

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 608**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/26** (2006.01)  
*H04L 27/26* (2006.01)  
*H04L 5/00* (2006.01)  
*H04L 5/14* (2006.01)  
*H04W 72/04* (2009.01)  
*H04W 88/08* (2009.01)  
*H04W 88/12* (2009.01)  
*H04W 88/02* (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2013 PCT/SE2013/051448**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2015 WO15084225**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2013 E 13817765 (4)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 3078126**

54 Título: **Reducción de sub-trama de enlace descendente en sistemas de dúplex por división de tiempo (TDD)**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.11.2017**

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

72 Inventor/es:  
**SAHLIN, HENRIK SAHLIN;**  
**ZHANG, QIANG;**  
**FURUSKOG, JOHAN y**  
**PARKVALL, STEFAN**

74 Agente/Representante:  
**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 644 608 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

Reducción de sub-trama de enlace descendente en sistemas de dúplex por división de tiempo (TDD)

5 **Campo técnico**

La tecnología divulgada en el presente documento se refiere en general a sistemas de comunicación inalámbrica, y más particularmente se refiere a técnicas para modificar longitudes de sub-trama en sistemas de dúplex por división de tiempo (TDD).

10

**Antecedentes**

En un sistema de radio celular típico, la radio de usuario final o los terminales inalámbricos, también conocidos como estaciones móviles y/o unidades de equipo de usuario (UE), se comunican a través de una red de acceso por radio (RAN) con una o más redes centrales. La red de acceso por radio (RAN) cubre un área geográfica que está dividida en áreas celulares, estando cada área celular servida por una estación base, por ejemplo, una estación base de radio (RBS), que en algunas redes también puede ser llamada, por ejemplo, un "NodoB" o un "eNodoB". Una célula es un área geográfica donde la cobertura de radio es proporcionada por el equipo de estación base de radio en un sitio de estación base. Cada célula se identifica por una identidad dentro del área de radio local, que se transmite en la célula. Las estaciones de base se comunican a través de la interfaz de aire que funciona en radiofrecuencias con las unidades de equipo de usuario (UE) dentro del rango de las estaciones base.

15

20

25

En algunas redes de acceso de radio, pueden conectarse varias estaciones base, por ejemplo, mediante líneas fijas o enlaces de microondas, a un controlador de red de radio (RNC) o un controlador de estación base (BSC). El controlador de red de radio supervisa y coordina diversas actividades de las múltiples estaciones base conectadas a las mismas. Los controladores de red de radio están conectados típicamente a una o más redes centrales.

30

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

35

40

En un foro conocido como proyecto asociación de tercera generación (3GPP), los proveedores de telecomunicaciones proponen y acuerdan normas para redes de tercera generación en general y UTRAN específicamente, e investigan técnicas para mejorar la velocidad de datos inalámbricos y la capacidad de radio. 3GPP se ha comprometido a evolucionar 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 las normas 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 evolución a largo plazo (LTE) es una variante de una tecnología de acceso por radio 3GPP donde los nodos de la estación base de radio están conectados a una red principal, a través de las pasarelas de acceso (AGW), y no a los nodos del controlador de red de radio (RNC). En general, en los sistemas LTE las funciones de un nodo de controlador de red de radio (RNC) se distribuyen entre los nodos de las estaciones base de radio, a los que se hace referencia en las especificaciones para LTE como los eNodoB y las AGW. Como resultado, la red de acceso por radio (RAN) de un sistema LTE tiene lo que a veces se denomina una arquitectura "plana", incluyendo nodos de estación base de radio que no informan a los nodos del controlador de red de radio (RNC).

50

55

La transmisión y recepción desde un nodo, por ejemplo, un terminal de radio como un UE en un sistema celular tal como LTE, puede ser multiplexado en el dominio de la frecuencia o en el dominio del tiempo, o combinaciones de los mismos. En sistemas de dúplex por división de frecuencia (FDD), tal como se ilustra a la izquierda de la figura 1, la transmisión de enlace descendente y de enlace ascendente tiene lugar en bandas de frecuencias diferentes, suficientemente separadas. En la duplexación por división de tiempo (TDD), como se ilustra a la derecha de la figura 1, la transmisión de enlace descendente y de enlace ascendente tiene lugar en diferentes intervalos de tiempo que no se superponen. Por lo tanto, TDD puede funcionar en espectro de frecuencias desparejadas, mientras que FDD requiere espectro de frecuencias emparejadas.

60

Típicamente, una señal transmitida en un sistema de comunicación está organizada en alguna forma de estructura de trama. Por ejemplo, LTE utiliza diez sub-tramas de igual tamaño 0-9 de longitud 1 milisegundo por trama de radio, como se ilustra en la figura 2.

65

En el caso del funcionamiento de FDD, ilustrado en la parte superior de la figura 2, hay dos frecuencias portadoras, una para la transmisión de enlace ascendente ( $f_{UL}$ ) y otra para la transmisión de enlace descendente ( $f_{DL}$ ). Al menos con respecto al terminal de radio en un sistema de comunicación celular, FDD puede ser duplexación completa o semi-duplexación. En el caso de duplexación completa, un terminal puede transmitir y recibir simultáneamente,

mientras que en funcionamiento semidúplex (véase la figura 1), el terminal no puede transmitir y recibir simultáneamente (aunque la estación base es capaz de recepción/transmisión simultánea, es decir, recibir desde un terminal mientras se transmite simultáneamente a otro terminal). En LTE, un terminal de radio semidúplex monitoriza/recibe en el enlace descendente excepto cuando se instruye explícitamente que transmita en el enlace ascendente en una sub-trama particular.

En el caso del funcionamiento de TDD (ilustrado en la parte inferior de la figura 2), sólo hay una única frecuencia portadora,  $F_{UL/DL}$ , y las transmisiones de enlace ascendente y descendente se separan en el tiempo también en base a células. Debido a que se utiliza la misma frecuencia portadora para la transmisión de enlace ascendente y enlace descendente, tanto la estación base como los terminales móviles necesitan cambiar de transmisión a recepción y viceversa. Un aspecto importante de un sistema TDD es proporcionar un tiempo de guardia suficientemente grande donde ni se producen transmisiones de enlace descendente ni transmisiones de enlace ascendente, para evitar la interferencia entre las transmisiones de enlace ascendente y de enlace descendente. Para LTE, las sub-tramas especiales (localizadas en la sub-trama 1 y, en algunos casos, la sub-trama 6) proporcionan este tiempo de guardia. Una sub-trama especial TDD se divide en tres partes: una parte de enlace descendente (DwPTS), un período de guardia (GP) y una parte de enlace ascendente (UpPTS). Las sub-tramas restantes se asignan a la transmisión de enlace ascendente o enlace descendente.

El funcionamiento de dúplex por división de tiempo (TDD) permite diferentes asimetrías en términos de la cantidad de recursos asignados para la transmisión de enlace ascendente y de enlace descendente, respectivamente, mediante diferentes configuraciones de enlace descendente/enlace ascendente. En LTE, hay siete configuraciones diferentes, como se muestra en la figura 3. Cada configuración tiene una proporción diferente de sub-trama de enlace descendente y de enlace ascendente en cada trama de radio de 10 milisegundos. Por ejemplo, la configuración 0, ilustrada en la parte superior de la figura, tiene dos sub-tramas de enlace descendente y tres sub-tramas de enlace ascendente en cada media trama de 5 milisegundos, como indica la notación "DL: UL 2: 3". Las configuraciones 0, 1 y 2 tienen la misma disposición en cada una de las medias tramas de 5 milisegundos en la trama de radio, mientras que las configuraciones restantes no. La configuración 5, por ejemplo, sólo tiene una sub-trama de enlace ascendente único y nueve sub-tramas de enlace descendente, como se indica por la notación "DL: UL 9: 1". Las configuraciones proporcionan un rango de relaciones de enlace ascendente/enlace descendente para que el sistema pueda elegir la configuración que mejor se adapte a la carga de tráfico anticipada.

Para evitar una interferencia significativa entre las transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente entre diferentes células, las células vecinas deberían tener la misma configuración de enlace descendente/enlace ascendente. De lo contrario, la transmisión de enlace ascendente a la estación base 2, BS2, en una célula puede interferir con la transmisión de enlace descendente a la estación base 1, BS1, en la célula vecina (y viceversa), como se ilustra en la figura 4. En la figura 4, la transmisión de enlace ascendente del UE en la célula derecha, identificada en la figura como estación móvil 1, MS1, interfiere con la recepción de enlace descendente por el UE en la célula izquierda, MS2. Para evitar esta interferencia, la asimetría de enlace descendente/enlace ascendente típicamente no varía entre las células. La configuración de asimetría de enlace descendente/enlace ascendente se señala como parte de la información del sistema y permanece fija durante un largo período de tiempo.

En LTE, el enlace descendente se basa en multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), mientras que el enlace ascendente se basa en la OFDM de propagación por transformada de Fourier discreta (propagación DFT), también conocido como acceso múltiple por división de frecuencia de una portadora única (SC-FDMA). Los detalles pueden encontrarse en el documento 3GPP "Acceso radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA), canales físicos y modulación", 3GPP TS 36.211, VI 1.3.0, disponible en [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org). El intervalo de tiempo de transmisión (TTI) en ambos casos es igual a una sub-trama de 1 milisegundo, que está compuesto por 14 intervalos de símbolos OFDM en los intervalos de enlace descendente y 14 intervalos de símbolos SC-FDMA en enlace ascendente, dado un prefijo cíclico de longitud normal. Porciones de los símbolos OFDM y SC-FDMA transmitidos en estos intervalos de símbolos se utilizan para transportar datos de usuario en canales físicos conocidos como el canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) y el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH). En futuros sistemas de comunicación inalámbrica, la longitud de una sub-trama podría reducirse significativamente con el fin de reducir los retardos en los datos de los usuarios. Además, en futuros sistemas inalámbricos tanto el enlace descendente como el enlace ascendente podrían estar basados en OFDM.

Importantes prioridades para la evolución de los actuales sistemas inalámbricos y el desarrollo de futuros sistemas de comunicaciones inalámbricas son las mayores velocidades de bits y los retardos más cortos, especialmente cuando se aplican a escenarios de células pequeñas. Pueden obtenerse velocidades de bits mayores utilizando frecuencias portadoras más altas, por ejemplo, cuando se dispone de recursos de espectro de banda ancha. Además, TDD (duplexación por división de tiempo) ha alcanzado un mayor interés. Con un sistema TDD dinámico, es decir, un sistema en el que la configuración TDD no es necesariamente estática de una trama a la siguiente, la velocidad de bits de enlace descendente o de enlace ascendente puede aumentarse instantáneamente cambiando adaptativamente la relación entre el número de intervalos utilizados para el enlace descendente (de eNodeB a UE) y enlace ascendente (UE a eNodeB). Dentro de las células pequeñas, los retardos de propagación serán pequeños, de manera que se pueden utilizar períodos de guardia pequeños cuando se cambia desde el enlace descendente al enlace ascendente. En consecuencia, se requieren técnicas mejoradas para cambiar entre enlace descendente y

enlace ascendente en un sistema TDD dinámico, manteniendo al mismo tiempo una interferencia mínima entre las transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente y manteniendo la señalización de control al mínimo.

## Sumario

5 Una relación fija entre el enlace ascendente y el enlace descendente en un sistema de dúplex por división de tiempo (TDD) da lugar a una utilización inflexible de los recursos de radio. Un sistema TDD dinámico permite un uso más flexible de estos recursos. En diversas realizaciones de la presente invención, se crea un período de guarda para cambiar entre sub-tramas de enlace ascendente y de enlace descendente acortando una sub-trama de enlace descendente. Esto se hace omitiendo uno o más símbolos al final de un intervalo de transmisión de sub-trama de enlace descendente, es decir, no transmitiendo durante uno o más intervalos de símbolos al final del intervalo de sub-trama. La señalización se incluye en un mensaje de concesión de enlace descendente enviado al UE, indicando la señalización al UE que la sub-trama de enlace descendente es uno o varios OFDM (o símbolos SC-FDMA) más cortos que una sub-trama normal, donde la transmisión de esta sub-trama termina uno o más varios intervalos de símbolo OFDM (o SC-FDMA) antes, en comparación con una sub-trama normal.

Aunque se describen más adelante varias realizaciones en el contexto de un sistema LTE, en el que el enlace ascendente corresponde a transmisiones de un UE a un eNodeB, se debería apreciar que las técnicas divulgadas pueden aplicarse a otros sistemas inalámbricos y no dependen necesariamente de la disposición jerárquica particular entre el eNodeB de LTE y el UE.

Por consiguiente, un método de ejemplo de acuerdo con las técnicas divulgadas en el presente documento es adecuado para la implementación en un nodo de recepción configurado para recibir datos desde un nodo de transmisión en sub-tramas que se producen en intervalos de sub-trama definidos y que tienen un número predeterminado de intervalos de símbolos. En un sistema LTE, este nodo de recepción puede ser un UE, y las sub-tramas son sub-tramas de enlace descendente. Este método de ejemplo incluye determinar que una sub-trama recibida ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de intervalos de símbolos y, en respuesta a esta determinación, no tener en cuenta una última parte de la sub-trama recibida omitiendo uno o más símbolos al final de la sub-trama recibida cuando se procesa la sub-trama recibida.

En algunas realizaciones, el nodo de recepción determina que la sub-trama recibida ha de ser acortada recibiendo, desde el nodo de transmisión, un mensaje que contiene información de acortamiento de sub-trama, la información de acortamiento de sub-trama indicando que se debe acortar la sub-trama recibida. La información de acortamiento de sub-trama, que puede ser recibida en un mensaje de concesión transmitido en una porción de comienzo de la sub-trama recibida, puede consistir en un único bit que indica que la sub-trama recibida debe ser acortada por una omisión de un número predeterminado de símbolos, por ejemplo, o puede incluir múltiples bits que indican un número de símbolos que no se tienen en cuenta al final de la sub-trama recibida. En otras realizaciones o en otros casos, el nodo de recepción puede determinar que la sub-trama recibida ha de ser acortada sin señalización explícita desde el nodo de transmisión, por ejemplo, determinando que una sub-trama de transmisión está planificada para ser transmitida en un intervalo sucesivo y que se superpone a la sub-trama recibida.

Otro método de ejemplo es adecuado para la implementación en un nodo de transmisión que está configurado para transmitir datos a un nodo de recepción en sub-tramas que se producen en intervalos de sub-trama definidos y que tienen una duración predeterminada, por ejemplo, un número predeterminado de símbolos. En un sistema LTE, este nodo puede ser un eNodeB de LTE, y las sub-tramas son nuevamente sub-tramas de enlace descendente. Este método de ejemplo incluye la transmisión, al nodo de recepción, de un mensaje que contiene información de acortamiento de sub-trama, la información de acortamiento de sub-trama indicando que una sub-trama ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de intervalos de símbolos. El método incluye además acortar la sub-trama omitiendo uno o más símbolos al final de la sub-trama cuando se transmite la sub-trama. Esta información de acortamiento de sub-trama puede ser transmitida en un mensaje de concesión en una porción primera de la sub-trama y puede consistir en un único bit que indica que la sub-trama ha de ser acortada omitiendo un número predeterminado de símbolos desde el extremo de la sub-trama o puede incluir múltiples bits que indican un número específico de símbolos a omitir de la sub-trama.

Los aparatos correspondientes, es decir, los nodos receptores y transmisores configurados para llevar a cabo uno o más de los métodos resumidos anteriormente, se describen también en detalle en la descripción que sigue.

Por supuesto, la presente invención no se limita a las características y ventajas anteriores. De hecho, los expertos en la técnica reconocerán características y ventajas adicionales al leer la siguiente descripción detallada y al ver los dibujos adjuntos.

Otra técnica relacionada en el campo técnico se divulga en los documentos US 2009/201838 A1 y WO 2012/051756 A1. El documento US 2009/201838 A1 se refiere al cambio dinámico de asignaciones de enlace descendente (DL) y enlace ascendente (UL) en un sistema TDD, y cómo tal cambio puede ser introducido en un sistema sin afectar al tráfico UL y DL en curso. El documento WO 2012/051756 A1 se refiere a la agregación de portadoras en un sistema TDD-FDD.

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 La figura 1 ilustra las transmisiones de dúplex por división de frecuencia, semidúplex por división de frecuencia y por división de tiempo.
- La figura 2 ilustra la estructura de tiempo/frecuencia de enlace ascendente/enlace descendente para LTE, para los casos de dúplex por división de frecuencia (FDD) y de dúplex por división de tiempo (TDD).
- 10 La figura 3 es un diagrama que ilustra como un ejemplo de siete diferentes configuraciones de enlace descendente/enlace ascendente para dúplex por división de tiempo (TDD) en evolución a largo plazo (LTE).
- La figura 4 ilustra un ejemplo de interferencia de enlace ascendente/enlace descendente (UL/DL) en dúplex por división de tiempo (TDD).
- 15 La figura 5 ilustra una porción de una red LTE de ejemplo, que incluye múltiples equipos de usuario (UE).
- La figura 6 ilustra la sincronización de enlace descendente y de enlace ascendente en un sistema TDD
- 20 La figura 7 muestra las configuraciones de enlace ascendente-enlace descendente de acuerdo con las especificaciones de 3GPP.
- La figura 8 ilustra detalles de la estructura de tramas tipo 2 (para periodicidad de punto de cambio de 5 milisegundos), de acuerdo con lo especificado por 3GPP.
- 25 La figura 9 ilustra el acortamiento de los símbolos OFDM de enlace ascendente después de una sub-trama de enlace descendente.
- La figura 10 ilustra el acortamiento de una sub-trama de enlace descendente antes de una sub-trama de enlace ascendente.
- 30 La figura 11 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de ejemplo de acuerdo con las técnicas divulgadas actualmente.
- 35 La figura 12 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra otro método de ejemplo.
- La figura 13 es un diagrama de bloques que muestra los componentes de un equipo de usuario de ejemplo.
- La figura 14 es un diagrama de bloques que ilustra una estación base de ejemplo.

40 **Descripción detallada**

- 45 En la discusión que sigue, se exponen detalles específicos de realizaciones particulares de la presente invención con fines de explicación y no de limitación. Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden emplear otras realizaciones aparte de estos detalles específicos. Además, en algunos casos se omiten descripciones detalladas de métodos, nodos, interfaces, circuitos y dispositivos bien conocidos para no ocultar la descripción con detalles innecesarios. Los expertos en la técnica apreciarán que las funciones descritas pueden ser implementadas en uno o en varios nodos. Algunas o todas las funciones descritas pueden implementarse utilizando circuitos de equipo físico, tales como puertas lógicas analógicas y/o discretas interconectadas para realizar una función especializada, los ASIC, PLA, etc. Del mismo modo, algunas o todas las funciones pueden implementarse utilizando programas de equipo lógico y datos en conjunción con uno o más microprocesadores digitales u ordenadores de uso general. Cuando se describen nodos que se comunican utilizando la interfaz de aire, se apreciará que dichos nodos también tienen circuitería de comunicaciones de radio adecuados. Además, se puede considerar adicionalmente que la tecnología se incorpora enteramente en cualquier forma de memoria legible por ordenador, incluyendo realizaciones no transitorias tales como memoria de estado sólido, disco magnético o disco óptico que contiene un conjunto apropiado de instrucciones de ordenador que causaría que un procesador lleve a cabo las técnicas descritas en el presente documento.
- 50 Las implementaciones de equipo físico de la presente invención pueden incluir o abarcar, sin limitación, equipo físico de procesador de señal digital (DSP), procesador de conjunto de instrucciones reducido, equipo físico (por ejemplo, digital o analógico) incluyendo pero no limitado a circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC) y/o conjuntos de puertas programables en campo (FPGA), y (cuando sea apropiado) máquinas de estado capaces de realizar tales funciones.
- 60 En términos de implementación de ordenador, se entiende generalmente que un ordenador comprende uno o más procesadores o uno o más controladores, y los términos ordenador, procesador y controlador pueden ser empleados
- 65

indistintamente. Cuando son proporcionadas por un ordenador, un procesador o un controlador, las funciones pueden ser proporcionadas por un único ordenador o procesador o controlador dedicado, por un único ordenador o procesador o controlador compartido, o por una pluralidad de ordenadores individuales o procesadores o controladores, algunos de los cuales pueden ser compartidos o distribuidos. Además, el término "procesador" o "controlador" se refiere también a otro equipo físico capaz de realizar tales funciones y/o ejecutar equipo lógico, tal como el ejemplo de equipo físico mencionado anteriormente.

Con referencia ahora a los dibujos, la figura 5 ilustra una red de comunicación móvil de ejemplo para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a terminales móviles 100. En la figura 5 se muestran tres terminales móviles 100, que se denominan "equipo de usuario" o "UE" en la terminología 3GPP. Los terminales móviles 100 pueden comprender, por ejemplo, teléfonos celulares, asistentes digitales personales, teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, dispositivos de comunicación tipo máquina/máquina a máquina (MTC/M2M) u otros dispositivos con capacidades de comunicación inalámbrica. Debe observarse que el término "terminal móvil", tal como se utiliza en el presente documento, se refiere a un terminal que funciona en una red de comunicaciones móviles y no implica necesariamente que el propio terminal es móvil o movable. Por lo tanto, el término tal como se utiliza en el presente documento debe entenderse como intercambiable con el término "dispositivo inalámbrico", y puede referirse a terminales que están instalados en configuraciones fijas, tales como ciertas aplicaciones de máquina a máquina, así como a dispositivos portátiles, dispositivos instalados en vehículos de motor, etc.

La red de comunicaciones móviles comprende una pluralidad de áreas o sectores 12 de célula geográficas. Cada área o sector 12 de célula geográfica es servida por una estación base 20, a la que se hace referencia como un eNodoB en el contexto de una red de acceso por radio LTE, conocida formalmente como la red de acceso radio terrestre universal evolucionada o E-UTRAN. Una estación base 20 puede proporcionar servicio en múltiples áreas o sectores 12 de célula geográficas. Los terminales móviles 100 reciben señales de la estación base 20 en uno o más canales de enlace descendente (DL), y transmiten señales a la estación base 20 en uno o más canales de enlace ascendente (UL).

En una red LTE, la estación base 20 es un eNodoB y puede conectarse a uno o más eNodoB a través de una interfaz X2 (no mostrada). Un eNodoB también está conectado a un MME 130 a través de una interfaz S1-MME, y puede estar conectado a uno o más nodos de red, como una pasarela de servicio (no mostrada).

Con fines ilustrativos, se describirán varias realizaciones de la presente invención en el contexto de un sistema EUTRAN. Los expertos en la técnica apreciarán, sin embargo, que varias realizaciones de la presente invención pueden aplicarse más generalmente a otros sistemas de comunicación inalámbrica.

Como se ha discutido anteriormente, en un sistema TDD (dúplex por división de tiempo), se utiliza la misma frecuencia tanto para el enlace descendente como el enlace ascendente. Tanto el UE como el eNodoB deben entonces cambiar entre la transmisión y la recepción, suponiendo que no es posible la operación de dúplex completo. En la figura 6 se muestra una ilustración de la sincronización entre el enlace descendente y el enlace ascendente, que ilustra los tiempos de transmisión y recepción de sub-trama, tanto en el UE como en el eNodoB, en función del tiempo, que puede medirse en términos de un índice de símbolo OFDM (o SC-FDMA). Debido a los retardos de propagación, que pueden variar a medida que el UE se mueve alrededor del área de cobertura del eNodoB, las sub-tramas de enlace descendente transmitidas por el eNodoB se reciben en el UE después de un retardo. Una ventana de transformación rápida de Fourier, FFT, en el receptor de UE está alineada con las sub-tramas recibidas de manera que la porción de datos de la sub-trama cae completamente dentro de la ventana de FFT, mientras que la porción de prefijo cíclico, CP, de la sub-trama puede superponerse con el borde de la ventana FFT. Las sub-tramas de enlace ascendente transmitidas por el UE sólo pueden transmitirse después de completar un tiempo de cambio de UE desde modos de recepción a transmisión y se reciben en el eNodoB después de un retardo de propagación. La sincronización de las transmisiones de UE es controlada por el eNodoB, de modo que las porciones portadoras de datos de sub-tramas de enlace ascendente consecutivas de múltiples UE no se superponen entre sí y caen dentro de la ventana FFT del receptor eNodoB. De nuevo, la porción de la sub-trama que incluye un prefijo cíclico, CP, puede superponerse con los bordes de la ventana FFT de eNodoB.

Una asignación fija de sub-tramas de enlace ascendente y de enlace descendente se utiliza en la versión 11 de LTE, y se define en "Acceso de radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA), canales físicos y modulación", 3GPP TS 36.211, VI 1.3.0, disponible en [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org). A continuación, se especifican algunas asignaciones predefinidas, como se ilustra en la figura 7, en la que se ilustran las configuraciones de enlace ascendente-enlace descendente 0-6, junto con sus respectivas periodicidades, ya sea de 5 milisegundos o de 10 milisegundos. En la gráfica mostrada en la figura 7, cada uno de los números de sub-trama 0-9 se indican como sub-tramas "D", "U", o "S", correspondientes a sub-tramas de enlace descendente, de enlace ascendente y especiales, respectivamente. Se inserta una sub-trama especial entre las sub-tramas de enlace descendente y el enlace ascendente consecutivas. Los detalles de la sub-trama especial se muestran en la figura 8. La sub-trama especial contiene símbolos OFDM y SC-FDMA tanto para enlace descendente como para enlace ascendente, respectivamente, con un periodo de guardia intermedio. Este periodo de guardia es utilizado por el UE para transmitir con un avance de sincronización, de tal manera que los símbolos de enlace ascendente se reciben dentro de la ventana FFT del eNodoB, como se muestra en la figura 6. El periodo de guardia también proporciona tiempo para que la circuitería de transmisión y

recepción de eNodoB y UE cambie de modo de enlace descendente a modo de enlace ascendente.

En un sistema TDD dinámico, la relación entre el número de sub-tramas de enlace descendente y sub-tramas de enlace ascendente no se fija de acuerdo con las configuraciones semiestáticas mostradas en la figura 7, sino que puede configurarse flexiblemente dependiendo de la necesidad actual. Por ejemplo, un UE puede tratar cada sub-trama como sub-trama de enlace descendente a menos que se indique explícitamente que transmita en una sub-trama dada. Este enfoque de TDD dinámico se describe en la publicación de solicitud de patente de EE.UU. 2011/0149813 A1, titulada "Sub-tramas flexibles" y publicada el 23 de junio de 2011, cuyo contenido completo se incorpora en el presente documento por referencia. Cuando se utiliza TDD dinámico, el eNodoB envía una señal de control al UE indicando cuándo y cómo está planificado para recibir (es decir, una asignación de enlace descendente) y cuándo y cómo transmitir en enlace ascendente (es decir, una concesión de enlace ascendente). En LTE, esta señalización de control puede ser llevada por el canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) o el canal de control de enlace descendente físico mejorado (EPDCCH). La asignación de enlace descendente se transmite en la misma sub-trama que se transmiten los datos de usuario, mientras que la concesión de enlace ascendente se transmite en unas cuantas sub-tramas antes de que se planifique que el UE transmita en enlace ascendente.

Una relación fija entre el enlace ascendente y el enlace descendente resulta en una utilización inflexible de los recursos de radio. Sin embargo, con TDD dinámico, la cantidad de señalización de control podría aumentar significativamente si todos los UE deben tener conocimiento de qué sub-tramas se utilizan como sub-tramas de enlace descendente y de enlace ascendente, respectivamente. Además, en TDD dinámico es necesario un período de guardia entre sub-tramas consecutivas de enlace descendente y de enlace ascendente, para permitir que la circuitería de UE cambie de modo de enlace descendente a modo de enlace ascendente.

Se puede crear un período de guardia omitiendo uno o varios símbolos OFDM en una sub-trama de enlace ascendente. De acuerdo con este enfoque, la estación base incluye señalización en la concesión UL que indica que el UE debería transmitir una sub-trama que es uno o varios símbolos OFDM (o SC-FDMA) más cortos que una sub-trama normal y donde la transmisión de esta sub-trama inicia una o varios intervalos de símbolos OFDM (o SC-FDMA) más tarde que una sub-trama normal.

La sincronización de sub-trama de acuerdo con este último enfoque se ilustra en la figura 9, donde una serie de sub-tramas se planifican de forma flexible, con una sub-trama planificada para uso de enlace ascendente, otras dos planificadas para uso de enlace descendente y las sub-tramas restantes no planificadas. La concesión de enlace ascendente se transmite en enlace descendente en la sub-trama  $n$  ( $n = 5$  en la figura 9), e indica que el UE debe transmitir en enlace ascendente en sub-trama  $n + g$  ( $g = 5$  en la figura 9). Si eNodoB transmite en el enlace descendente en la sub-trama  $n + g - 1$  (sub-trama 9), entonces el UE debe omitir uno o varios símbolos OFDM (o SC-FDMA) desde el comienzo de su transmisión de la sub-trama  $n + g$  de enlace ascendente (sub-trama 10 en la figura 9), para crear un período de guardia corto. Por lo tanto, se incluye un "mensaje de acortamiento de sub-trama" en la concesión de enlace ascendente, indicando al UE que necesita omitir uno o más símbolos desde el comienzo de la transmisión de sub-trama de enlace ascendente. Como se muestra en la parte inferior de la figura 9, la sub-trama de enlace ascendente abarca un intervalo de sub-trama que incluye 14 intervalos de símbolos numerados 0-13. Cada uno de estos intervalos de símbolos lleva normalmente un símbolo OFDM (o SC-FDMA). Sin embargo, el símbolo OFDM puede omitirse desde uno o más intervalos de símbolos al comienzo del intervalo de sub-trama. En el ejemplo ilustrado en la figura 9, se crea un período de guardia omitiendo dos símbolos OFDM al comienzo del intervalo de sub-trama.

Otro enfoque es crear el período de guarda omitiendo uno o más símbolos del final de una transmisión de sub-trama de enlace descendente. En los sistemas que utilizan codificación de redundancia, el UE receptor puede tratar los símbolos OFDM omitidos como símbolos "perforados", y reconstruir los datos que normalmente habrían sido llevados por esos símbolos que utilizan técnicas de decodificación normales. Alternativamente, el UE receptor puede decodificar los datos en la porción restante de la sub-trama 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 OFDM en enlace descendente, entonces el eNodoB necesita enviar mensajes de control a todos los UE, indicando que los últimos símbolos OFDM de una sub-trama son omitidos y por lo tanto deben ser ignorados por el UE. Por lo tanto, de acuerdo con este enfoque, se incluye una señalización en la concesión de enlace descendente, indicando la señalización que el eNodoB está transmitiendo una sub-trama que es uno o varios símbolos OFDM (o SC-FDMA) más cortos que una sub-trama normal y donde la transmisión de esta sub-trama termina uno de varios intervalos de símbolo OFDM (o SC-FDMA) antes de lo que ocurriría con una sub-trama normal. Téngase en cuenta que esta indicación necesita ser señalada a todos los UE que están planificados para esta sub-trama.

Téngase en cuenta que los UE podrían detectar ciegamente si se han omitido uno o varios de los últimos símbolos OFDM. Sin embargo, si los UE no están bien aislados mutuamente, entonces otro UE podría transmitir en enlace ascendente durante estos últimos símbolos OFDM de enlace descendente, causando interferencia. Esta interferencia puede resultar en una detección no fiable de la omisión de los símbolos OFDM, causando degradaciones de rendimiento.

La figura 10 ilustra el enfoque de acortamiento de sub-trama aplicado al enlace descendente. Una concesión de enlace ascendente se transmite en enlace descendente en la sub-trama  $n$  ( $n = 5$  en la figura 10) e indica que un primer UE debe transmitir en enlace ascendente en sub-trama  $n + g$  ( $g = 5$  en la figura 10). El eNodoB transmite en el enlace descendente en la sub-trama  $n + g - 1$  (sub-trama 9), y por consiguiente omite uno o varios símbolos OFDM (o SC-FDMA) desde el final de su transmisión de la sub-trama 9 de enlace descendente. Por lo tanto, se incluye un "mensaje de acortamiento de sub-trama" en la concesión de enlace descendente en la sub-trama 9 de enlace descendente, indicando al UE o los UE que están planificados para la sub-trama de enlace descendente que uno o más símbolos se omiten desde el final de la transmisión de sub-trama de enlace descendente. Téngase en cuenta que el UE o los UE planificados para recibir la sub-trama acortada pueden diferir del UE o los UE planificados para recibir en la sub-trama siguiente.

En la parte inferior de la figura 10, se muestran los detalles de la sub-trama de enlace descendente acortada. Al igual que la sub-trama de enlace ascendente mostrada en la figura 9, la sub-trama de enlace descendente mostrada en la figura 10 abarca un intervalo de sub-trama que incluye 14 intervalos de símbolos numerados 0-13. Cada uno de estos intervalos de símbolos lleva normalmente un símbolo OFDM (o SC-FDMA). En la sub-trama de enlace descendente acortada, el símbolo OFDM puede omitirse de uno o más intervalos de símbolos al final del intervalo de sub-trama, creando así un período de guardia. En el ejemplo ilustrado en la figura 10, se crea un período de guardia omitiendo dos símbolos OFDM al final del intervalo de sub-trama.

En algunas realizaciones, el mensaje de acortamiento de sub-trama dentro de la concesión de enlace descendente sólo incluye un único bit, que señala si los símbolos OFDM (o SC-FDMA) finales de la transmisión de enlace descendente se han omitido o no. En estas realizaciones, el UE puede preconfigurarse, bien mediante programación dura o semiestáticamente, por ejemplo, mediante señalización RCC, con un número predeterminado de símbolos a ignorar en el caso de que se reciba un mensaje de acortamiento de sub-trama. También puede utilizarse un formato algo más flexible en el que el mensaje de acortamiento de sub-trama indica explícitamente el número de símbolos OFDM (o SC-FDMA) que se omite. Con este enfoque, sólo se debe omitir un símbolo OFDM (o SC-FDMA) si el tiempo de ida y vuelta es pequeño, mientras que el eNodoB puede necesitar omitir múltiples símbolos OFDM para los UE con tiempos de ida y vuelta grandes. En algunas realizaciones, un eNodoB puede configurarse para utilizar siempre la misma indicación, basándose en el tamaño de la célula. En otras realizaciones, el tiempo de ida y vuelta para cada UE es estimado y seguido continuamente en el eNodoB, de tal manera que el mensaje de acortamiento de sub-trama puede adaptarse al tiempo de ida y vuelta para cada UE individual.

Por ejemplo, supongamos que se utilizan dos bits para el mensaje de acortamiento de sub-trama. En este ejemplo, la secuencia de bits "00" puede utilizarse para indicar que no se omite ningún símbolo OFDM (o SC-FDMA) de enlace descendente. La secuencia "01" se puede utilizar para indicar que se omite un símbolo OFDM (o SC-FDMA), la secuencia "10" indica que se han omitido dos símbolos OFDM (o SC-FDMA), mientras que la secuencia "11" indica la omisión de tres símbolos OFDM (o SC-FDMA). Alternativamente, los números de símbolos OFDM a omitir, como se indica por el bit(s) del mensaje de acortamiento de sub-trama, pueden ser configurados semiestáticamente por capas superiores.

Se apreciará que una concesión de enlace descendente puede contener una concesión para varias sub-tramas. Si estas sub-tramas de enlace descendente son consecutivas, entonces la señalización sobre el acortamiento de sub-trama sólo es necesaria para la última de las sub-tramas simultáneamente planificadas.

Además, un sistema TDD dinámico puede configurarse con unas pocas sub-tramas que se fijan para el enlace ascendente y, por lo tanto, nunca se utilizan para el enlace descendente. Una o más de estas sub-tramas de enlace ascendente fijas pueden ocurrir dentro de una concesión de enlace descendente de multi-sub-trama del UE. En este caso, el UE no puede recibir durante la sub-trama fija de enlace ascendente, pero puede continuar después. Aquí, el UE puede continuar recibiendo todas las sub-tramas restantes de acuerdo con su concesión de enlace descendente, o considerar una de las sub-tramas de la concesión como "perforada" por la sub-trama de enlace ascendente fija, de manera que la transmisión total de enlace descendente efectivamente contenga una sub-trama menos de lo indicado por la concesión de enlace descendente. En cualquier caso, el UE debe saber ignorar uno o varios símbolos OFDM (o SC-FDMA) de la sub-trama que precede a la sub-trama fija de enlace ascendente. La necesidad de este acortamiento de sub-trama no tiene que ser señalada al UE, ya que el UE ya conoce esta sub-trama fija de enlace ascendente. Si se utiliza un acortamiento flexible de la sub-trama, se puede utilizar una cantidad predeterminada de símbolos OFDM (o SC-FDMA) omitidos. Alternativamente, puede suponerse un acortamiento de sub-trama de acuerdo con el último mensaje de acortamiento de sub-trama recibido dentro de una concesión de enlace descendente en el UE específico.

Más arriba, se han descrito varias técnicas para transmitir y recibir sub-tramas acortadas en el contexto de un sistema LTE. Debería entenderse, sin embargo, que estas técnicas son más generalmente aplicables a enlaces inalámbricos TDD entre nodos inalámbricos, y no dependen de los nodos inalámbricos que tienen la relación UE a estación base encontrada en un sistema LTE. La figura 11 ilustra así un método 1100 adecuado para la implementación en un nodo inalámbrico, es decir, un nodo de recepción que está configurado para recibir datos en sub-tramas que se producen en intervalos de sub-trama definidos y que tienen una longitud predeterminada. Si este método se implementa en el contexto LTE, entonces este nodo de recepción puede ser un UE, en comunicación con

un eNodoB.

Como se muestra en el bloque 1110, el método ilustrado puede comenzar con la recepción de información de configuración de un nodo de transmisión, especificando la información de configuración un número predeterminado de símbolos a omitir de sub-tramas de enlace descendente en el caso de que se transmita una sub-trama acortada. En la figura 11, esta operación se ilustra con un contorno discontinuo, indicando que esta operación no está presente en cada realización o en cada caso del método ilustrado.

Como se muestra en el bloque 1120, el método ilustrado incluye determinar que una sub-trama recibida es acortada, con relación a la longitud predeterminada, por ejemplo, con relación a un número predeterminado de intervalos de símbolos. Como se ha discutido anteriormente, esto puede hacerse en algunas realizaciones o en algunos casos recibiendo un mensaje, tal como un mensaje de concesión de enlace descendente, que contiene información de acortamiento de sub-trama. En otras realizaciones o en otros casos, sin embargo, el nodo de recepción puede determinar que la sub-trama recibida ha de ser acortada determinando que una sub-trama fija de enlace ascendente sucede y superpone la sub-trama recibida.

Como se muestra en el bloque 1130, el método continúa sin tener en cuenta una última parte de la sub-trama recibida, en respuesta a la determinación de que la sub-trama recibida ha de ser acortada. En algunas realizaciones, la duración predeterminada de la sub-trama es un número predeterminado de intervalos de símbolos, en cuyo caso ignorar una última parte de la sub-trama recibida comprende ignorar uno o más intervalos de símbolos al final de la sub-trama recibida. Téngase en cuenta que como los términos se utilizan aquí, un intervalo de sub-trama consiste en un número particular (por ejemplo, 14) de intervalos de símbolos, cada uno de los cuales lleva normalmente un símbolo transmitido. Cuando la sub-trama es acortada, uno o más de los intervalos de sub-trama no llevan un símbolo transmitido.

Como se ha indicado anteriormente, la determinación de que la sub-trama recibida es acortada puede comprender la recepción, desde el nodo de transmisión, de un mensaje que contiene información de acortamiento de sub-trama, la información de acortamiento de sub-trama indicando que la sub-trama recibida es acortada. En algunas realizaciones, el mensaje se recibe en un mensaje de concesión en una primera parte de la sub-trama recibida. En algunas realizaciones, la información de acortamiento de sub-trama consiste en un único bit que indica que la sub-trama recibida es acortada omitiendo un número predeterminado de símbolos al final de la sub-trama. En algunas de estas realizaciones, el nodo de recepción recibe información de configuración del nodo de transmisión, tal como se muestra en el bloque 1110, antes de recibir el mensaje de concesión, la información de configuración especificando el número predeterminado. En otras realizaciones, la información de acortamiento de sub-trama recibida desde el nodo de transmisión especifica un número de símbolos que se omite desde el extremo de la sub-trama recibida.

En algunas realizaciones, el nodo de recepción descodifica datos desde la sub-trama recibida, tratando uno o más símbolos omitidos al final del intervalo de sub-trama como datos perforados. Si los datos originales se codificaron utilizando técnicas de codificación de redundancia convencionales, estos datos perforados se pueden reconstruir utilizando algoritmos convencionales de decodificación. En otras realizaciones, el nodo de recepción recupera los datos descodificados desde la primera sub-trama acortada desmapeando los símbolos de datos de la sub-trama recibida de acuerdo con un patrón de desmapeado que no tiene en cuenta los intervalos de símbolos omitidos al final del intervalo de sub-trama y decodifica los símbolos de datos desmapeados.

La figura 12 ilustra un método 1200 implementado en un nodo inalámbrico en el otro extremo del enlace desde el nodo de recepción correspondiente a la figura 11. Por lo tanto, el método ilustrado en la figura 12 es adecuado para la implementación en un nodo de transmisión configurado para transmitir datos en sub-tramas que se producen en intervalos de sub-trama definidos y que tienen una duración predeterminada, por ejemplo, un número predeterminado de intervalos de símbolos. En un contexto LTE, este nodo de transmisión puede ser el eNodoB.

Como se muestra en el bloque 1210, el método ilustrado puede comenzar con la información de configuración de transmisión a un nodo de recepción, especificando la información de configuración un número predeterminado de símbolos que se omiten de sub-tramas de enlace descendente en el caso de que se transmita una sub-trama de enlace descendente acortada. En la figura 12, esta operación se ilustra con un contorno discontinuo, que indica que esta operación no está presente en cada realización o en cada caso del método ilustrado.

Como se muestra en el bloque 1220, el método ilustrado incluye la transmisión, al nodo de recepción, de un mensaje que contiene información de acortamiento de sub-trama, la información de acortamiento de sub-trama indicando que una sub-trama ha de ser acortada transmitida por el nodo de transmisión durante un intervalo de sub-trama. En un contexto LTE, este nodo de recepción es un UE, por ejemplo. En algunas realizaciones, el mensaje se transmite en un mensaje de concesión en una primera parte de la sub-trama.

Como se muestra en el bloque 1230, el método continúa con el acortamiento de la sub-trama omitiendo una porción extrema de la sub-trama cuando se transmite la sub-trama. En algunas realizaciones, la duración de un intervalo de sub-trama es un número predeterminado de intervalos de símbolos, en cuyo caso omitir una parte final de la sub-trama cuando se transmite la sub-trama comprende omitir uno o más símbolos al final de la sub-trama.

En algunas realizaciones, la información de acortamiento de sub-trama enviada al nodo de recepción especifica una serie de símbolos que se omiten desde el extremo de la sub-trama. En otras realizaciones, la información de acortamiento de sub-trama consiste en un único bit que indica que la sub-trama es acortada omitiendo un número predeterminado de símbolos desde el extremo de la sub-trama. En algunas de estas realizaciones, el nodo de transmisión transmite información de configuración, al nodo de recepción, antes de transmitir el mensaje de concesión, la información de configuración que especifica un número de símbolos a omitir desde el final de la sub-trama.

En el contexto LTE, si se crea un período de guardia perforando uno o varios símbolos OFDM en el enlace descendente, entonces el eNodoB puede enviar mensajes de control al UE que está planificado en la sub-trama actual. Con esta señalización específica de UE, se logra una gran reducción en la sobrecarga de señalización. Este mensaje debe transmitirse preferentemente junto con la asignación de enlace descendente. Sin embargo, si esta señalización se realiza utilizando un canal de control de enlace descendente físico mejorado (EPDCCH) en la misma sub-trama que el conmutador ocurre, entonces el UE no sabe si se supone o no decodificar este EPDCCH con el último símbolo o símbolos OFDM omitidos. Esto se puede manejar realizando una decodificación ciega del EPDCCH sin omitir ninguno, uno o varios símbolos, en algunas realizaciones.

Varios de los métodos descritos anteriormente e ilustrados en general en las figuras 11 y 12 pueden implementarse utilizando circuitería de radio y circuitería de procesamiento electrónico de datos proporcionada en un nodo de recepción y un nodo de transmisión correspondiente, que puede corresponder, respectivamente, a un terminal móvil y a una estación base. La figura 13 ilustra las características de un nodo 1300 de recepción de ejemplo de acuerdo con varias realizaciones de la presente invención, en este caso incorporadas como un terminal móvil. El terminal móvil 1300, que puede ser un UE configurado para funcionar en un sistema LTE, comprende un transceptor 1320 para comunicarse con una o más estaciones base, así como un circuito 1310 de procesamiento para procesar las señales transmitidas y recibidas por el transceptor 1320. El transceptor 1320 incluye un transmisor 1325 acoplado a una o más antenas 1328 de transmisión y el receptor 1330 acoplado a una o más antenas receptoras 1333. La(s) misma(s) antena(s) 1328 y 1333 puede/n utilizarse tanto para la transmisión como para la recepción. El receptor 1330 y el transmisor 1325 utilizan componentes y técnicas de proceso de radio y procesamiento de señales conocidos, típicamente de acuerdo con una norma de telecomunicaciones particular tal como las normas de 3GPP para LTE. Debido a que los diversos detalles y desventajas de ingeniería asociados con el diseño e implementación de tal circuitería son bien conocidos y no son necesarios para una comprensión completa de la invención, no se muestran aquí detalles adicionales.

El circuito 1310 de procesamiento comprende uno o más procesadores 1340 acoplados a uno o más dispositivos 1350 de memoria que incluyen una memoria 1355 de almacenamiento de datos y una memoria 1360 de almacenamiento de programa. El procesador 1340, identificado como CPU 1340 en la figura 13, puede ser un microprocesador, un microcontrolador o un procesador de señal digital, en algunas realizaciones. Más generalmente, el circuito 1310 de procesamiento puede comprender una combinación procesador/soporte lógico inalterable, o equipo físico digital especializado, o una combinación de los mismos. El dispositivo 1350 de memoria puede comprender uno o varios tipos de memoria tales como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio, memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento ópticos, etc. Una vez más, debido a que los diversos detalles y ventajas de ingeniería asociadas con el diseño de circuitería de procesamiento de banda base para dispositivos móviles son bien conocidos y no son necesarios para una comprensión completa de la invención, no se muestran aquí detalles adicionales.

Las funciones típicas del circuito 1310 de procesamiento incluyen la modulación y codificación de las señales transmitidas y la demodulación y decodificación de las señales recibidas. En varias realizaciones, el circuito 1310 de procesamiento está adaptado, utilizando el código de programa adecuado almacenado en la memoria de almacenamiento de programa 1360, por ejemplo, para controlar el transmisor 1325 y el receptor 1330 y llevar a cabo una de las técnicas descritas anteriormente para procesar sub-tramas recibidas, incluyendo sub-tramas acortadas.

Por consiguiente, en diversas realizaciones descritas en el presente documento, los circuitos de procesamiento están configurados para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas con detalle anteriormente. Asimismo, otras realizaciones incluyen terminales móviles (por ejemplo, los UE de LTE) que incluyen uno o más de dichos circuitos de procesamiento. En algunos casos, estos circuitos de procesamiento están configurados con un código de programa apropiado, almacenado en uno o más dispositivos de memoria adecuados, para implementar una o más de las técnicas descritas en el presente documento. Por supuesto, se apreciará que no todos los pasos de estas técnicas se realizan necesariamente en un único microprocesador o incluso en un único módulo.

El terminal móvil 1300 de la figura 13 también puede entenderse como un ejemplo de un dispositivo inalámbrico configurado para funcionar en una red de comunicación inalámbrica y que comprende varios módulos funcionales, cada uno de los cuales puede implementarse utilizando equipo físico analógico y/o digital, o un circuito de procesamiento configurado con equipo lógico y/o soporte lógico inalterable apropiado, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un terminal móvil comprende un circuito transceptor que incluye un circuito receptor para recibir datos en sub-tramas que se producen en intervalos de sub-trama definidos y que tiene

un número predeterminado de intervalos de símbolos, así como un circuito de determinación para determinar que una sub-trama recibida ha de ser acortada, en relación con el número predeterminado de símbolos, y un circuito de procesamiento de sub-trama, sensible al circuito de determinación, por ignorar uno o más símbolos al final de la sub-trama recibida cuando se procesa la sub-trama recibida. Se apreciará que las diversas variaciones descritas anteriormente en relación con el método ilustrado en la figura 11 son igualmente aplicables a las implementaciones de terminales móviles descritas aquí.

La figura 14 es una ilustración esquemática de un nodo 1400 de transmisión de ejemplo, en este caso incorporado como una estación base en la que puede implementarse un método que incorpora una o más de las técnicas descritas anteriormente. Un programa informático para controlar la estación base para llevar a cabo uno o más de los métodos descritos en el presente documento se almacena en un almacenamiento 1430 de programa, que comprende uno o varios dispositivos de memoria. Los datos utilizados durante la realización de un método que incorpora las presentes técnicas se almacenan en un almacenamiento 1420 de datos, que comprende también uno o más dispositivos de memoria. Durante la ejecución de un método que incorpora las presentes técnicas, los pasos del programa son extraídos del almacenamiento 1430 de programa y ejecutados por una Unidad de Procesamiento Central (CPU) 1410, que recupera los datos requeridos del almacenamiento 1420 de datos. La información de salida resultante del rendimiento de un método que incorpora la presente invención puede ser almacenada de nuevo en el almacenamiento 1420 de datos o enviada a una interfaz 1440 de entrada/salida (I/O), que puede comprender un transmisor para transmitir datos a otros nodos como un RNC, como se requiere. Igualmente, la interfaz 1440 de entrada/salida (I/O) puede comprender un receptor para recibir datos de otros nodos, por ejemplo para su uso por la CPU 1410. La CPU 1410, el almacenamiento 1420 de datos y el almacenamiento 1430 de programa forman conjuntamente un circuito 1460 de procesamiento. La estación base 1400 comprende además una circuitería 1450 de comunicaciones de radio, que incluye un circuito receptor 1452 y un circuito transmisor 1455 adaptado de acuerdo con diseños y técnicas bien conocidos para comunicar con uno o más terminales móviles.

De acuerdo con varias realizaciones de la presente invención, el aparato 1400 de estación base en general y la circuitería 1450 de comunicaciones de radio están configurados más específicamente para transmitir datos en sub-tramas que se producen en intervalos de sub-trama definidos y que tienen un número predeterminado de intervalos de símbolos. El circuito 1460 de procesamiento está configurado para controlar el circuito receptor y el circuito transmisor 1455 en la circuitería 1450 de comunicaciones de radio para transmitir a un nodo inalámbrico segundo, a través del circuito transmisor 1455, un mensaje que contiene información de acortamiento de sub-trama, la sub-trama ha de ser acortada. La circuitería 1460 de procesamiento está configurada además para controlar el circuito transmisor 1455 para transmitir una sub-trama acortada al nodo inalámbrico segundo, omitiendo una porción extrema de la sub-trama cuando se transmite la sub-trama.

Por consiguiente, en diversas realizaciones de la invención, los circuitos de procesamiento están configurados para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas con detalle anteriormente. Asimismo, otras realizaciones incluyen estaciones base que incluyen uno o más de tales circuitos de procesamiento. En algunos casos, estos circuitos de procesamiento están configurados con un código de programa apropiado, almacenado en uno o más dispositivos de memoria adecuados, para implementar una o más de las técnicas descritas en el presente documento. Por supuesto, se apreciará que no todos los pasos de estas técnicas se realizan necesariamente en un único microprocesador o incluso en un único módulo.

La estación base 1400 de la figura 14 también puede entenderse como un ejemplo de un dispositivo inalámbrico configurado para funcionar en una red de comunicación inalámbrica y que comprende varios módulos funcionales, cada uno de los cuales se puede implementar utilizando equipo físico analógico y/o digital o un circuito de procesamiento configurado con equipo lógico y/o soporte lógico inalterable apropiado, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, una estación base comprende un circuito de comunicaciones por radio que incluye un circuito transmisor, un circuito receptor para recibir datos en sub-tramas de transmisión que se producen a intervalos de sub-trama definidos y que tiene un número predeterminado de intervalos de símbolos, así como una transmisión de concesión circuito para transmitir a un nodo inalámbrico segundo, a través del circuito transmisor, un mensaje de concesión que contiene información de acortamiento de sub-trama, la información de acortamiento de sub-trama indicando que una sub-trama ha de ser acortada. La estación base de acuerdo con estas realizaciones incluye además un circuito controlador para controlar el circuito transmisor para omitir una parte final de la sub-trama cuando se transmite la sub-trama. Se apreciará que las diversas variaciones descritas anteriormente en relación con el método ilustrado en la figura 12 son igualmente aplicables a las implementaciones de estaciones base descritas aquí.

Ejemplos de varias realizaciones de la presente invención se han descrito con detalle anteriormente, con referencia a las ilustraciones adjuntas de realizaciones específicas. Como no es posible, por supuesto, describir cada combinación concebible de componentes o técnicas, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden hacer diversas modificaciones a las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, se apreciará fácilmente que 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 tenga componentes funcionales similares. Por lo tanto, en particular, los términos 3GPP y los términos asociados o relacionados utilizados en la descripción anterior y en los dibujos adjuntos

y cualquier reivindicación anexa ahora o en el futuro han de interpretarse en consecuencia.

5 Notablemente, modificaciones y otras realizaciones de la invención o invenciones divulgadas vendrán a la mente de un experto en la técnica que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados. Por lo tanto, debe entenderse que la invención o las invenciones no se limitan a las realizaciones específicas descritas y que se pretende que las modificaciones y otras realizaciones estén incluidas dentro del alcance de esta descripción. Aunque se pueden emplear términos específicos en el presente documento, se utilizan en un sentido genérico y descriptivo solamente y no con fines de limitación.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Un método (1100) para un nodo receptor configurado para recibir datos desde y transmitir datos hacia un nodo de transmisión en sub-tramas de un sistema de dúplex por división de tiempo, teniendo las sub-tramas un número predeterminado de intervalos de símbolos, comprendiendo el método:
- 5 recibir una sub-trama desde el nodo de transmisión, en el que un mensaje de concesión está comprendido en una porción de comienzo de la sub-trama recibida, conteniendo el mensaje de concesión información de acortamiento de sub-trama que indica que la sub-trama recibida ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de intervalos de símbolos;
- 10 determinar (1120) que la sub-trama recibida ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de los intervalos de los símbolos basándose en la información de acortamiento de sub-trama; y
- 15 en respuesta a dicha determinación, omitir (1130) una última parte de la sub-trama recibida omitiendo uno o más símbolos al final de la sub-trama recibida cuando se procesa la sub-trama recibida.
- 2.- El método (1100) de la reivindicación 1, en el que la información de acortamiento de sub-trama consiste en un único bit que indica que la trama recibida ha de ser acortada por una omisión de un número predeterminado de símbolos.
- 20 3.-El método (1100) de la reivindicación 2, que comprende además recibir (1110) información de configuración, desde el nodo de transmisión, antes de recibir el mensaje, en el que la información de configuración especifica un número de símbolos que no se tienen en cuenta al final de la sub-trama recibida.
- 25 4.- El método (1100) de la reivindicación 1, en el que la información de acortamiento de sub-trama especifica un número de símbolos que no se tienen en cuenta al final de la sub-trama recibida.
- 30 5.- El método (1100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el método comprende además descodificar datos desde la sub-trama recibida, en el que dicha decodificación comprende tratar uno o más símbolos de datos correspondientes a los símbolos desatendidos como símbolos de datos perforados.
- 35 6.- El método (1100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el método comprende además recuperar datos descodificados de la sub-trama recibida, en el que dicha recuperación comprende desmapear símbolos de datos de la sub-trama recibida de acuerdo con un patrón de desmapeado que omite los símbolos despreciados y descodificar los símbolos de datos desmapeados.
- 40 7.- Un método (1200) para un nodo de transmisión configurado para transmitir datos y recibir datos desde un nodo de recepción en sub-tramas de un sistema de dúplex por división de tiempo, teniendo las sub-tramas un número predeterminado de intervalos de símbolos, comprendiendo el método:
- 45 transmitir (1220) una sub-trama, al nodo de recepción, comprendiendo la sub-trama un mensaje de concesión en una porción de comienzo de la sub-trama que contiene información de acortamiento de sub-trama que indica que la sub-trama ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de intervalos de símbolo;
- 50 en el que la sub-trama es acortada (1230) omitiendo uno o más símbolos al final de la sub-trama cuando se transmite la sub-trama.
- 8.- El método (1200) de la reivindicación 7, en el que la información de acortamiento de sub-trama consiste en un único bit que indica que la sub-trama ha de ser acortada por una omisión de un número predeterminado de símbolos.
- 55 9.- El método (1200) de la reivindicación 8, que comprende además transmitir (1210) información de configuración al nodo de recepción, antes de transmitir el mensaje de concesión, en el que la información de configuración especifica un número de símbolos a omitir al final de la sub-trama.
- 60 10.- El método (1200) de la reivindicación 7, en el que la información de acortamiento de sub-trama especifica un número de símbolos a omitir al final de la sub-trama.
- 65 11.- Un nodo (1300) de recepción, que comprende un circuito receptor (1330) configurado para recibir datos desde un nodo de transmisión y un circuito transmisor (1325) configurado para transmitir datos al nodo de transmisión en sub-tramas de un sistema de dúplex por división de tiempo, teniendo las sub-tramas un número predeterminado de intervalos de símbolo, el nodo (1300) de recepción comprendiendo además un circuito (1310) de procesamiento configurado para controlar el circuito receptor (1330) y para procesar sub-tramas recibidas desde el nodo de transmisión, caracterizado porque el circuito (1310) de procesamiento está configurado además para:

- recibir una sub-trama desde el nodo de transmisión a través del circuito receptor (1330), en el que un mensaje de concesión está comprendido en una porción de comienzo de la sub-trama recibida, conteniendo el mensaje de concesión información de acortamiento de sub-trama que indica que la sub-trama recibida ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de intervalos de símbolo;
- 5 determinar que la sub-trama recibida ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de intervalos de símbolos; y
- 10 en respuesta a la información de acortamiento de sub-trama, desprecia uno o más símbolos al final de la sub-trama recibida cuando se procesa la sub-trama recibida.
- 12.- El nodo (1300) receptor de la reivindicación 11, en el que la información de acortamiento de sub-trama consiste en un único bit que indica que la sub-trama recibida ha de ser acortada por una omisión de un número predeterminado de símbolos.
- 15 13.- El nodo (1300) de recepción de la reivindicación 12, en el que el circuito (1310) de procesamiento está configurado además para recibir información de configuración desde el nodo de transmisión, a través del circuito receptor (1330), antes de recibir el mensaje, en el que la información de configuración especifica un número de símbolos que no se tienen en cuenta al final de la sub-trama recibida.
- 20 14.- El nodo (1300) de recepción de la reivindicación 11, en el que la información de acortamiento de sub-trama especifica un número de símbolos que no se tienen en cuenta al final de la sub-trama recibida.
- 25 15.- El nodo (1300) de recepción de cualquiera de las reivindicaciones 11-14, en el que el circuito (1310) de procesamiento está configurado además para descodificar datos desde la sub-trama recibida, en el que dicha decodificación comprende tratar uno o más símbolos de datos correspondientes a los símbolos desatendidos como símbolos de datos perforados.
- 30 16.- El nodo (1300) de recepción de cualquiera de las reivindicaciones 11-14, en el que el circuito (1310) de procesamiento está configurado adicionalmente para recuperar datos descodificados desde la sub-trama recibida, en el que dicha recuperación comprende desmapear símbolos de datos desde la sub-trama recibida de acuerdo con un patrón de desmapeado que omite los símbolos desatendidos y descodifica los símbolos de datos desmapeados.
- 35 17.- Un nodo (1400) de transmisión, que comprende un circuito transmisor (1455) configurado para transmitir datos a un nodo de recepción en sub-tramas de un sistema de dúplex por división de tiempo, teniendo las sub-tramas un número predeterminado de intervalos de símbolo, y el nodo de transmisión que comprende además un circuito (1460) de procesamiento configurado para controlar el circuito transmisor (1455), caracterizado porque el circuito (1460) de procesamiento está configurado además para:
- 40 transmitir una sub-trama al nodo de recepción, a través del circuito transmisor, comprendiendo la sub-trama un mensaje de concesión en una porción de comienzo de la sub-trama que contiene información de acortamiento de sub-trama que indica que la sub-trama ha de ser acortada, con relación a un número predeterminado de intervalos de símbolo; y
- 45 controlar el circuito transmisor para acortar la sub-trama omitiendo uno o más símbolos al final de la sub-trama cuando se transmite la sub-trama.
- 50 18.- El nodo (1400) de transmisión de la reivindicación 17, en el que la información de acortamiento de sub-trama consiste en un único bit que indica que la sub-trama ha de ser acortada por omisión de un número predeterminado de símbolos.
- 55 19.- El nodo (1400) de transmisión de la reivindicación 18, en el que el circuito (1460) de procesamiento está configurado además para transmitir información de configuración al nodo de recepción, a través del circuito transmisor (1455), antes de transmitir el mensaje, en la que la información de configuración especifica un número de símbolos a omitir al final de la sub-trama.
- 60 20.- El nodo (1400) de transmisión de la reivindicación 17, en el que la información de acortamiento de sub-trama especifica un número de símbolos a omitir al final de la sub-trama.
- 65 21.- Un programa informático para un nodo de recepción configurado para recibir datos desde y transmitir datos a un nodo de transmisión en sub-tramas de un sistema de dúplex por división de tiempo, teniendo las sub-tramas un número predeterminado de intervalos de símbolo, comprendiendo el programa informático código de programa informático que, cuando es ejecutado por el nodo de recepción, hace que el nodo de recepción realice los pasos de:
- recibir una sub-trama desde el nodo de transmisión, en el que un mensaje de concesión está comprendido en una porción de comienzo de la sub-trama recibida, conteniendo el mensaje de concesión información de acortamiento de

## ES 2 644 608 T3

sub-trama que indica que la sub-trama recibida ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de intervalos de símbolos, determinando que la sub-trama recibida ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de intervalos de símbolo basándose en la información de acortamiento de sub-trama; y

- 5 en respuesta a dicha determinación, omitir una última parte de la sub-trama recibida omitiendo uno o más símbolos al final de la sub-trama recibida cuando se procesa la sub-trama recibida.

- 10 22.- Un programa informático para un nodo de transmisión configurado para transmitir datos a y datos recibidos desde un nodo de recepción en sub-tramas de un sistema de dúplex por división de tiempo, teniendo las sub-tramas un número predeterminado de intervalos de símbolos, comprendiendo el programa informático código de programa informático que, cuando es ejecutado por el nodo de transmisión, hace que el nodo de transmisión realice los pasos de:

- 15 transmitir una sub-trama, al nodo de recepción, comprendiendo la sub-trama un mensaje de concesión en una porción de comienzo de la sub-trama que contiene información de acortamiento de sub-trama indicando que una sub-trama ha de ser acortada, con relación al número predeterminado de intervalos de símbolos;

en el que la sub-trama es acortada omitiendo uno o más símbolos al final de la sub-trama cuando se transmite la sub-trama.

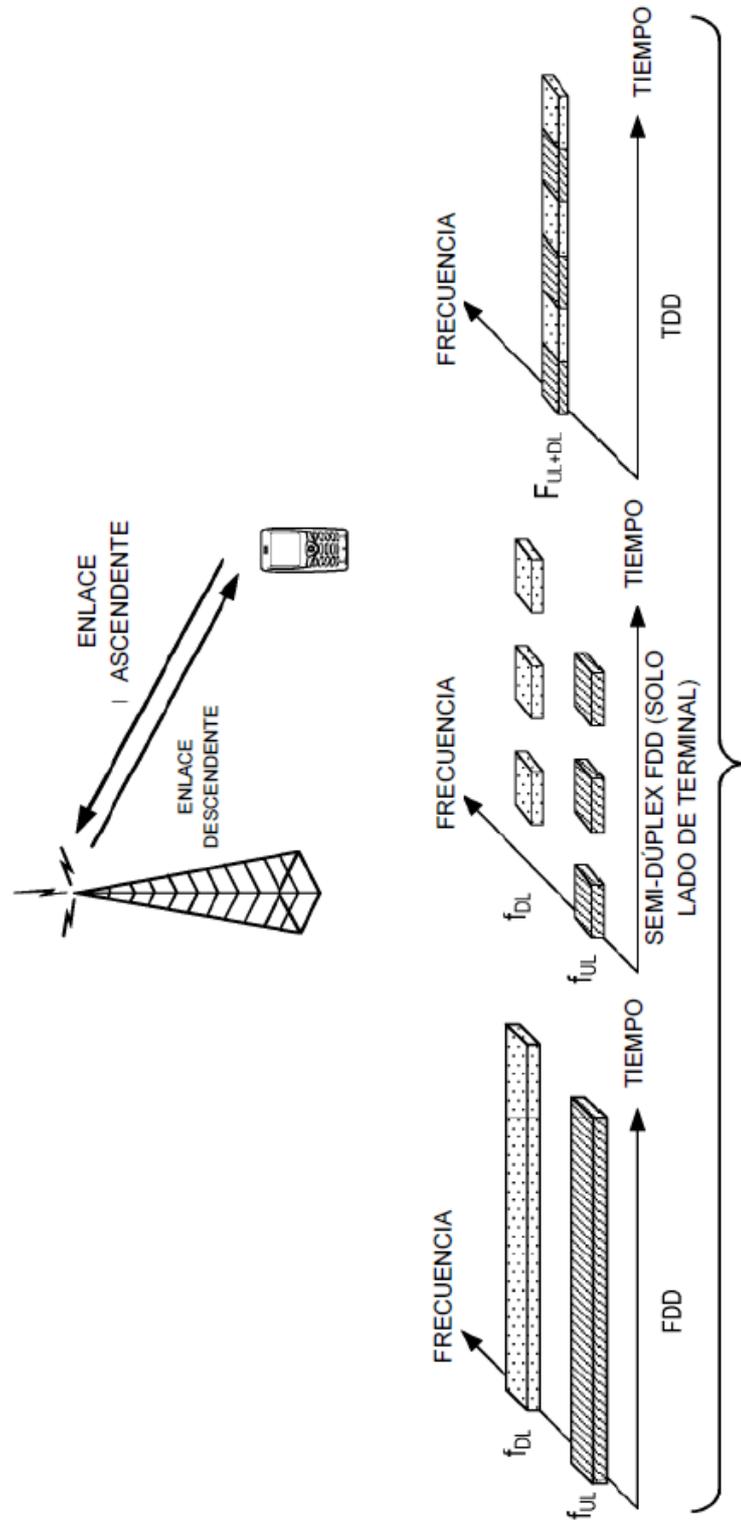
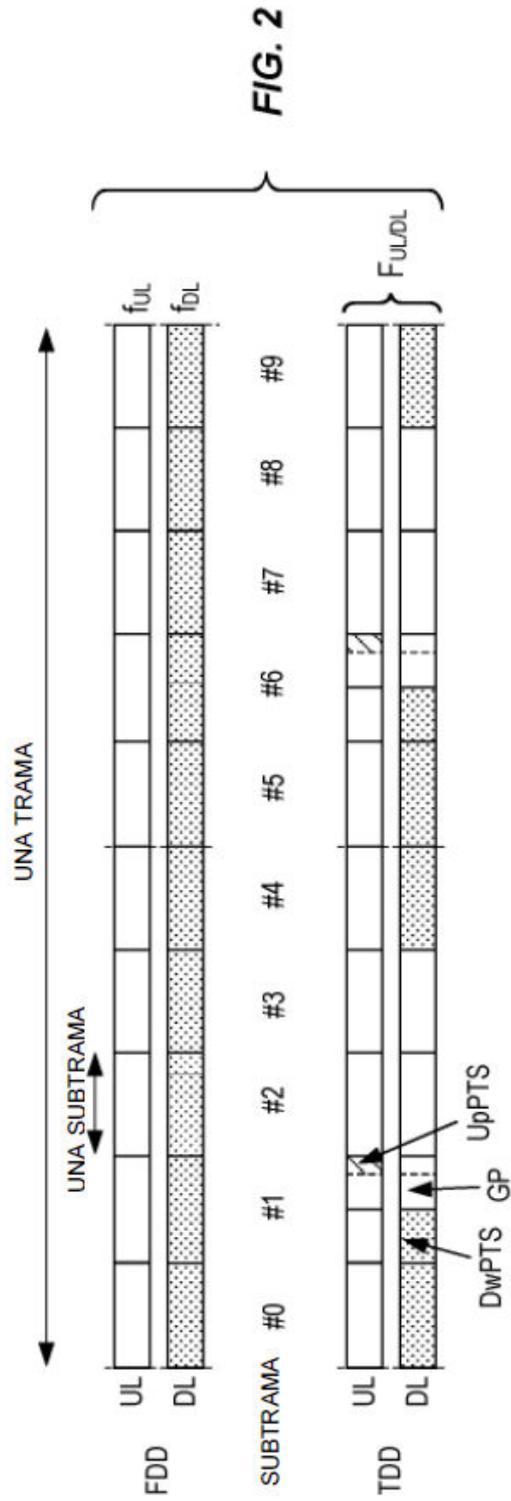


FIG. 1



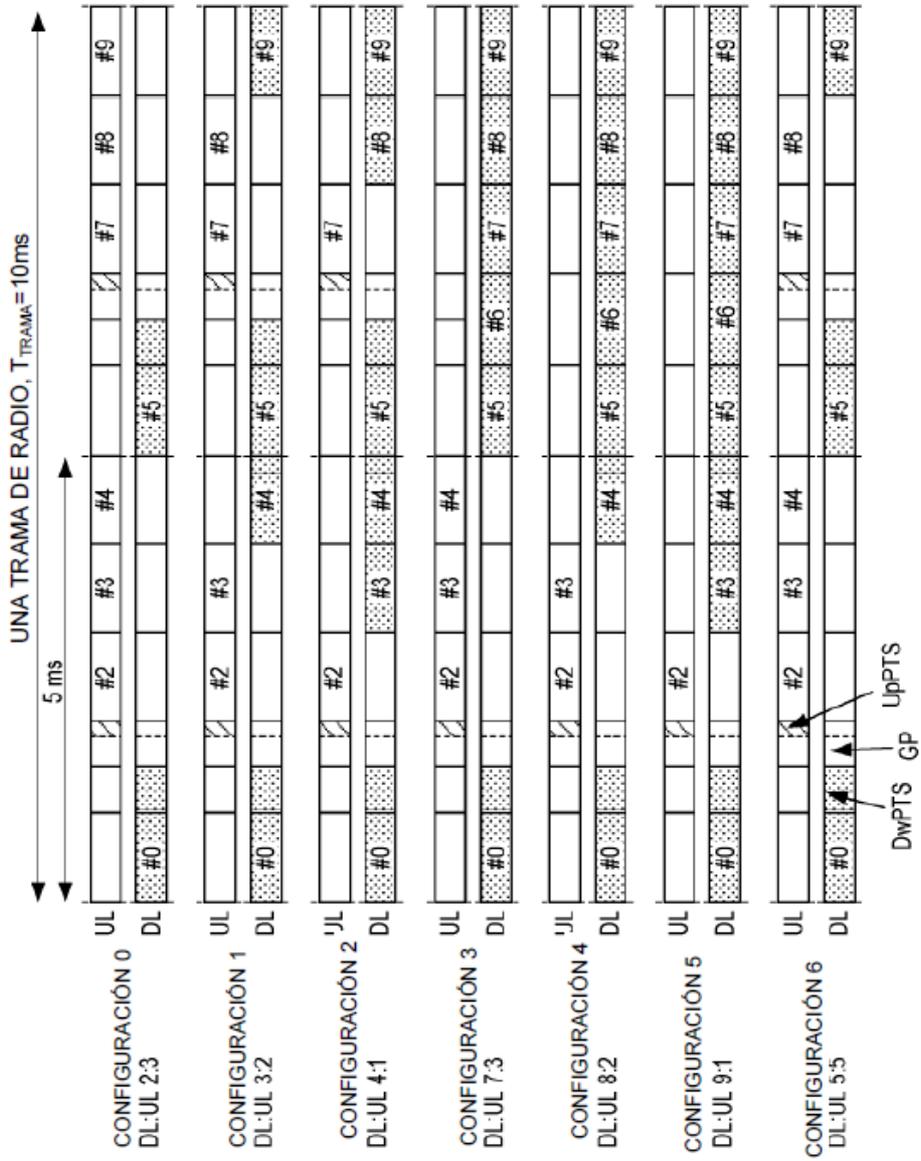
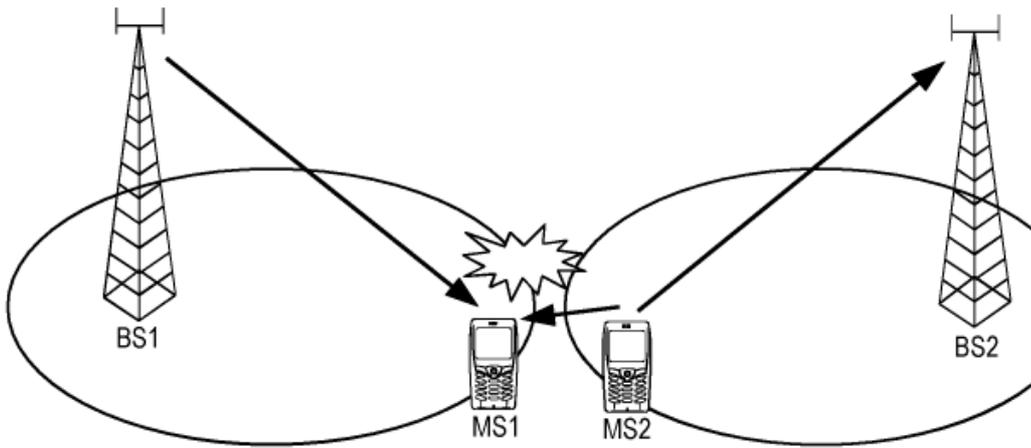
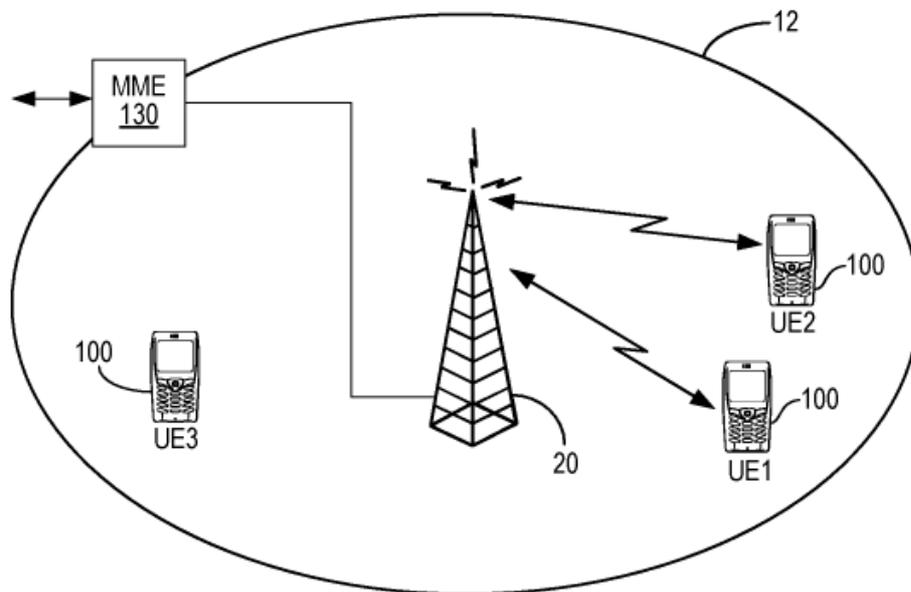


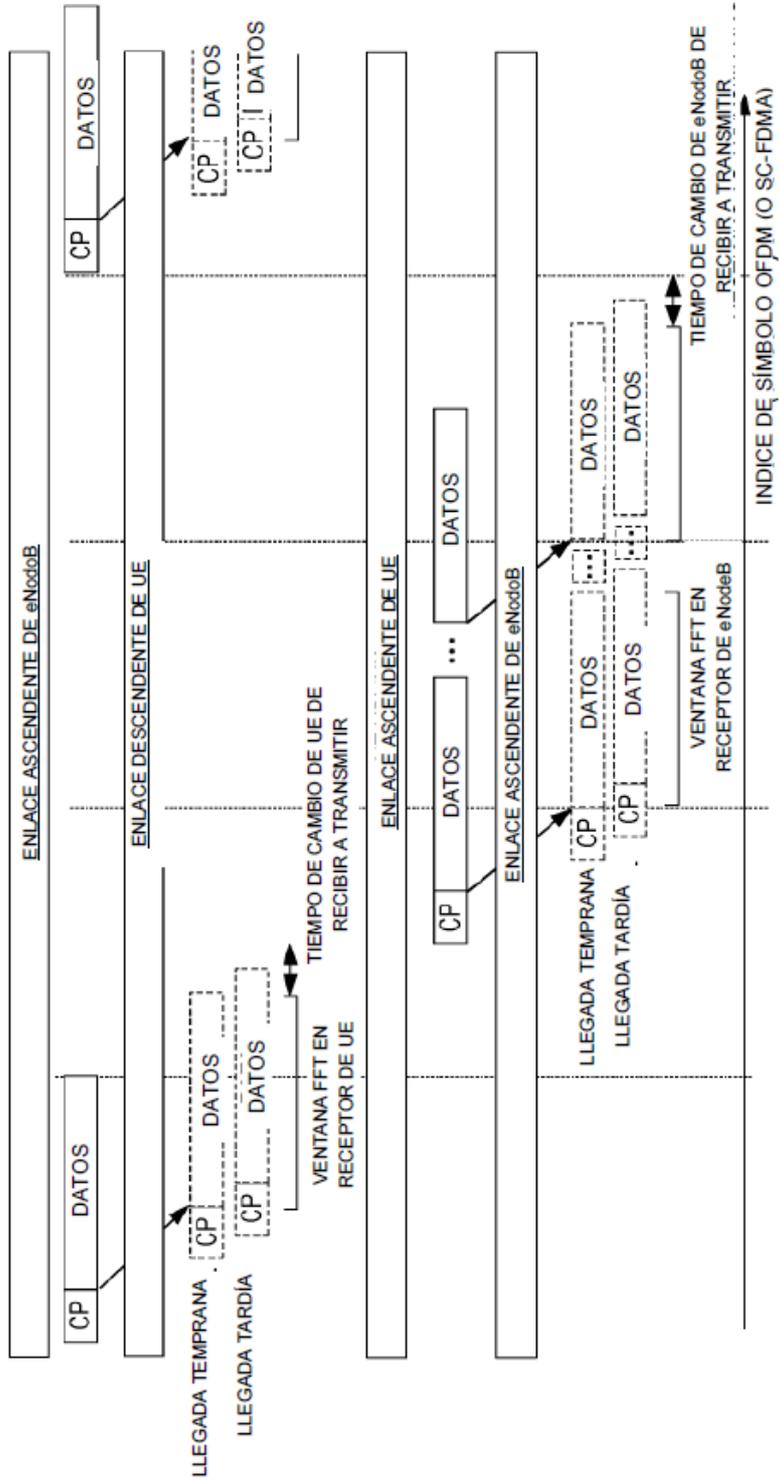
FIG. 3



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

CONFIGURACIÓN DE ENLACE ASCENDENTE-ENLACE DESCENDENTE	PERIODICIDAD DE PUNTO DE CAMBIO DE ENLACE DESCENDENTE A ENLACE ASCENDENTE									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	D	S	U	U	D	S	U	U	U	D
2	D	S	U	D	D	S	U	D	D	D
3	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
4	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	D	S	U	U	D	S	U	U	U	D

FIG. 7

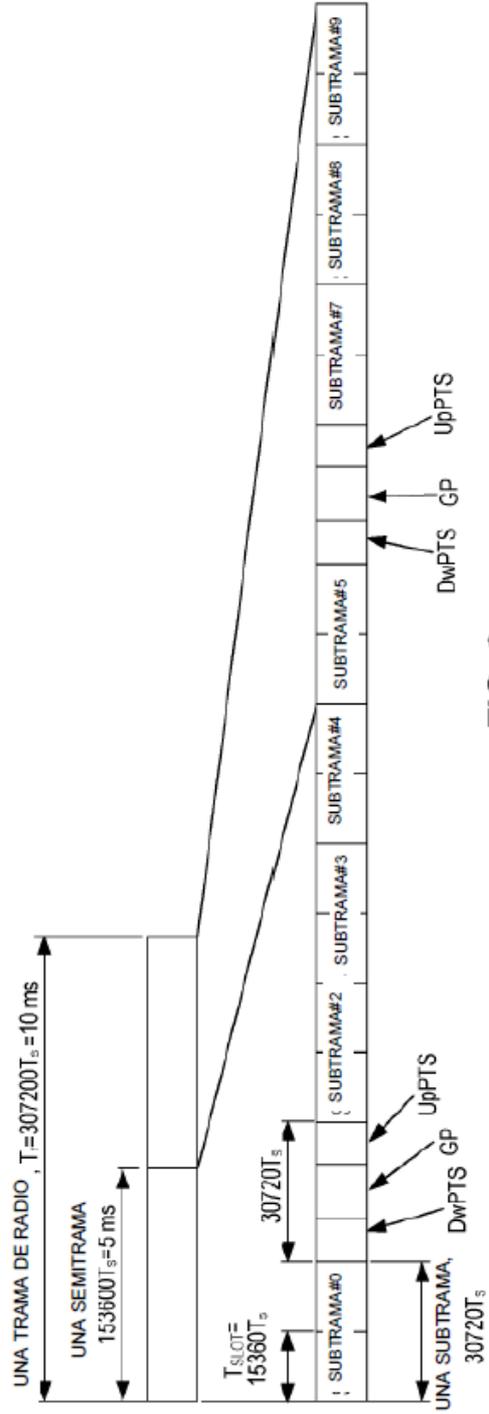
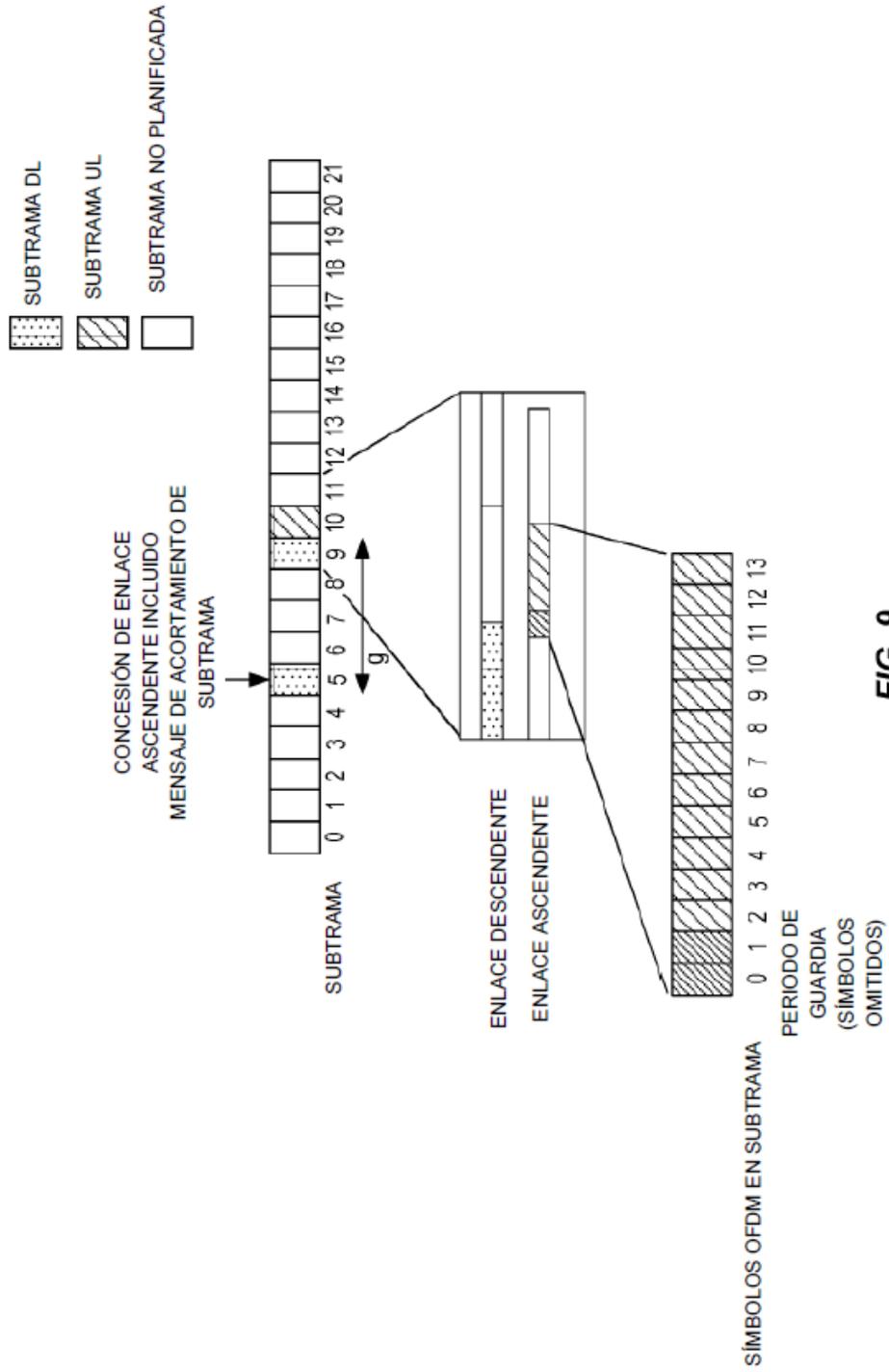


FIG. 8



**FIG. 9**

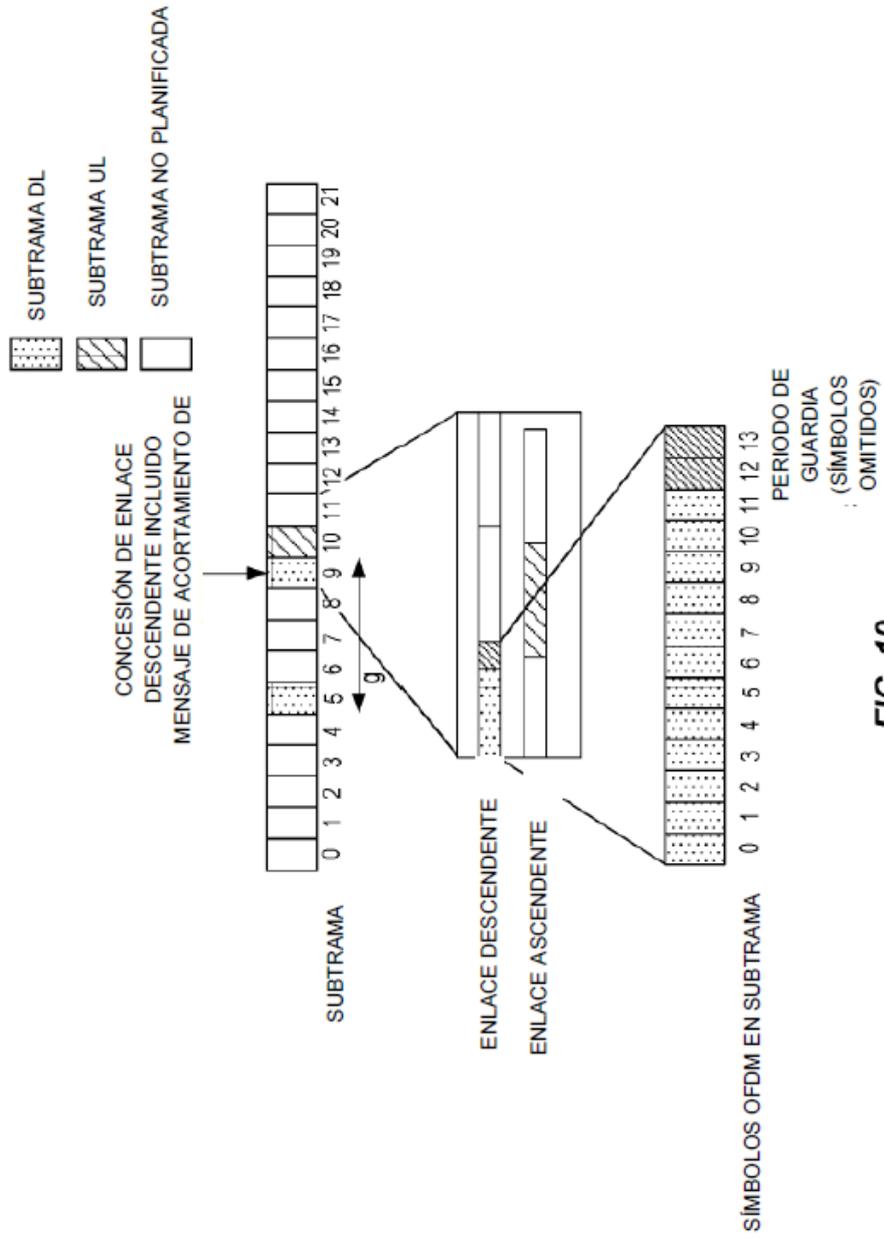
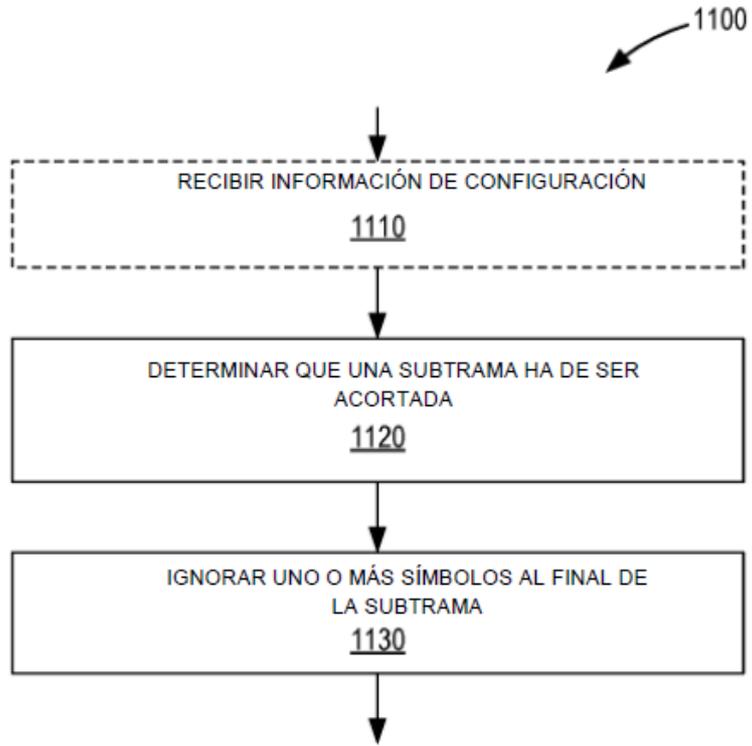
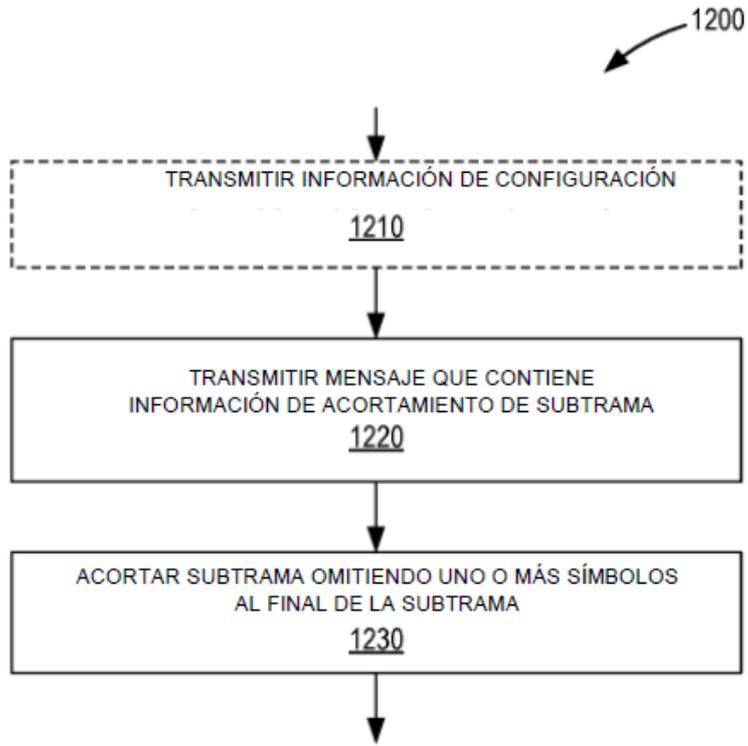


FIG. 10



**FIG. 11**



**FIG. 12**

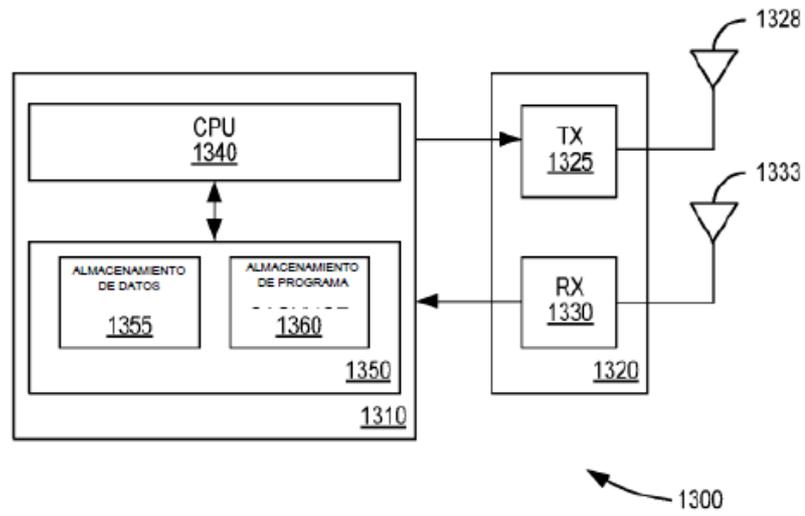


FIG. 13

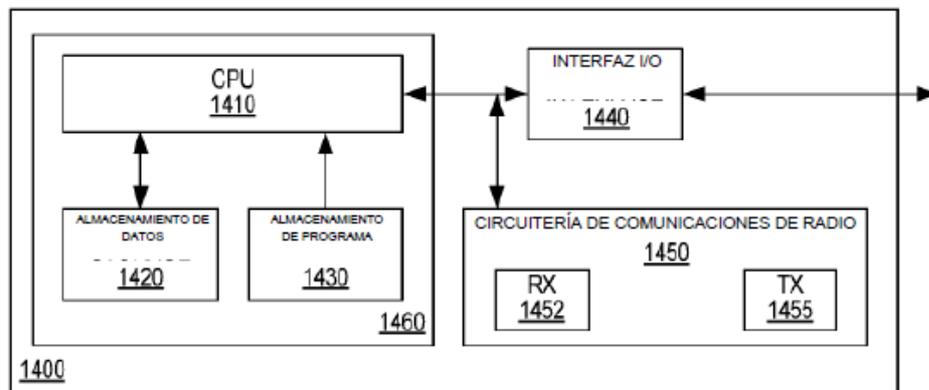


FIG. 14