

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 111**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 27/34 (2006.01)

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2015 PCT/US2015/058399**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2016 WO16164069**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2015 E 15790807 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3281336**

54 Título: **Transmisiones con superposición no ortogonal para servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS)**

30 Prioridad:

08.04.2015 US 201562144771 P

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

31.05.2019

73 Titular/es:

**INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Blvd.
Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

**DAVYDOV, ALEXEI;
SERGEYEV, VADIM y
MALTSEV, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 715 111 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

Transmisiones con superposición no ortogonal para servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS)

Antecedentes

La tecnología de comunicación móvil inalámbrica utiliza diversos estándares y protocolos para transmitir datos entre un nodo (por ejemplo, una estación de transmisión) y un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, un dispositivo móvil). Algunos dispositivos inalámbricos comunican utilizando acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA, orthogonal frequency-division multiple access) en una transmisión de enlace descendente (DL, downlink) y acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA, single carrier frequency division multiple access) en una transmisión de enlace ascendente (UL). Los estándares y protocolos que utilizan multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM, orthogonal frequency-division multiplexing) para transmisión de señales incluyen evolución a largo plazo (LTE, long term evolution) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP, third generation partnership project), el estándar 802.16 (por ejemplo, 802.16e, 802.16m) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers), que es conocido normalmente por grupos industriales como WiMAX (Worldwide interoperability for Microwave Access, interoperabilidad mundial para acceso por microondas) y el estándar IEEE 802.11, que es conocido normalmente por los grupos industriales como WiFi.

Otra técnica de acceso múltiple se conoce como acceso múltiple no ortogonal y se describe en detalle del artículo de Benjebbour Anass et al: "Concept and practical considerations of non-orthogonal multiple access (NOMA) for future radio access", IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT SIGNAL PROCESSING AND COMMUNICATION SYSTEMS, 12 de noviembre de 2013 (2013/11/12), páginas 770 a 774.

En los sistemas LTE de red de acceso radio (RAN, radio access network) 3GPP, el nodo puede ser una combinación de nodos B de la red de acceso radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN, Evolved Terrestrial Radio Access network) (también denominados normalmente nodos B evolucionados, nodos B mejorados, eNodeB o eNB) y controladores de red de radio (RNC, Radio Network Controllers), que comunican con el dispositivo inalámbrico, conocido como equipo de usuario (UE, user equipment). La transmisión de enlace descendente (DL) puede ser una comunicación desde el nodo (por ejemplo, eNodeB) al dispositivo inalámbrico (por ejemplo, UE), y la transmisión de enlace ascendente (UL) puede ser una comunicación desde el dispositivo inalámbrico al nodo.

Breve descripción de los dibujos

Las características y las ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, que muestran conjuntamente, a modo de ejemplo, características de la invención; y en los que:

la figura 1 muestra una estación base que está sirviendo a un primer equipo de usuario (UE) y a un segundo UE, de acuerdo con un ejemplo;

la figura 2A muestra multiplexación ortogonal de tiempo o de frecuencia, de acuerdo con un ejemplo;

la figura 2B muestra multiplexación no ortogonal de tiempo o de frecuencia, de acuerdo con un ejemplo;

la figura 3 muestra una constelación agregada de una señal multiplexada transmitida desde una estación base a múltiples equipos de usuario (UE), de acuerdo con un ejemplo;

la figura 4 muestra una transmisión de servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS, multimedia broadcast multicast service) desde múltiples estaciones base, de acuerdo con un ejemplo;

la figura 5 muestra un mapeo de señales de referencia de una red de frecuencia única de multidifusión/difusión (MBSFN, Multicast Broadcast Single Frequency Network), de acuerdo con un ejemplo;

la figura 6 es un código de notación de sintaxis abstracta (ASN, abstract syntax notation) que describe un elemento de información (IE, information element) de lista de información de canal de multidifusión físico (PMCH, physical multicast channel), de acuerdo con un ejemplo;

la figura 7 representa funcionalidad de un eNodeB que puede funcionar para llevar a cabo transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario para servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS), de acuerdo con un ejemplo;

la figura 8 representa la funcionalidad de un equipo de usuario (UE) que puede funcionar para recibir transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario para servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS), de acuerdo con un ejemplo;

la figura 9 representa un diagrama de flujo de un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio que tiene instrucciones incorporadas en el mismo para realizar transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario en un eNodeB para servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS), de acuerdo con un ejemplo; y

la figura 10 muestra un diagrama de un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, un UE), de acuerdo con un ejemplo.

A continuación se hará referencia a realizaciones mostradas a modo de ejemplo, y se utilizará vocabulario específico en la presente memoria para describir las mismas. Sin embargo, se comprenderá que no se pretende con ello ninguna limitación del alcance de la invención.

5 Descripción detallada

Antes de que se de a conocer y describa la presente invención, se debe entender que esta invención no se limita a las estructuras, acciones de proceso o materiales particulares dados a conocer en la presente memoria, sino que se define mediante las reivindicaciones adjuntas y está limitada exclusivamente por el alcance de estas. Se debe entender asimismo que la terminología empleada en la presente memoria se utiliza solamente con el objetivo de describir ejemplos particulares, y no pretende ser limitativa. Los mismos numerales de referencia en dibujos diferentes representan el mismo elemento. Los números proporcionados en diagramas de flujo y procesos se proporcionan para mayor claridad en la ilustración de acciones y operaciones, y no indican necesariamente un orden o secuencia particular.

Se dan a conocer aspectos de la presente invención en las reivindicaciones independientes. Se dan a conocer realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes.

Tal como se ha indicado anteriormente, la presente invención está definida por las reivindicaciones adjuntas y limitada solamente por el alcance de estas. La realización o realizaciones a que se hace referencia en esta descripción y que no caen completamente dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas son ejemplos útiles para la comprensión de la presente invención.

20 Realizaciones de ejemplo

A continuación se proporciona una visión inicial de las realizaciones tecnológicas, y más adelante se describen en mayor detalle las realizaciones tecnológicas específicas. Este resumen inicial pretende ayudar a los lectores a comprender más rápidamente la tecnología pero no está destinado a identificar características clave o características esenciales de la tecnología, ni está destinado a limitar el alcance de la materia reivindicada.

Se describe una tecnología para llevar a cabo, en un eNodeB, transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario para servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS). El eNodeB puede modular una primera señal de canal de multidifusión físico (PMCH) para MBMS con un primer esquema de modulación y codificación (MCS, modulation and coding scheme). El eNodeB puede modular una segunda señal PMCH para MBMS con un segundo MCS. El eNodeB puede multiplexar la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH para formar una señal PMCH agregada. El eNodeB puede transmitir la señal PMCH agregada a una serie de UE utilizando superposición no ortogonal multiusuario para MBMS. En un ejemplo, la primera señal PMCH en la señal PMCH agregada puede ser transmitida utilizando bloques de recursos físicos (PRB, physical resource blocks) que están parcial o totalmente solapados en tiempo y frecuencia con PRB de la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada.

En una configuración, el eNodeB puede enviar al UE un parámetro de compensación de potencia que indica una relación de división de potencia entre la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada. El eNodeB puede enviar al UE un esquema de modulación y codificación (MCS) para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada. Además, el eNodeB puede enviar al UE una identidad de aleatorización para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada. El UE puede descodificar por lo menos la primera señal PMCH o la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada utilizando el parámetro de compensación de potencia, el MCS y la identidad de aleatorización para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada.

En los sistemas LTE avanzado (LTE-A) 3GPP convencionales, tal como se ha estandarizado en marzo de 2011 como 3GPP versión 10, los canales físicos son transmitidos realizando multiplexación ortogonal de los recursos. Por ejemplo, cuando un eNodeB realiza planificación sobre un grupo de UE, el eNodeB puede utilizar distintos recursos de tiempo y frecuencia para cada uno de los UE, tal como distintos bloques de recursos físicos (PRB). En otras palabras, el eNodeB puede transmitir señales a los UE utilizando diferentes subportadoras o símbolos de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA). Como resultado, diferentes UE pueden ser asignados a diferentes recursos de tiempo y frecuencia (es decir, diferentes PRB).

En vista de los típicos despliegues LTE-A, la distribución de usuarios en una celda puede provocar una interferencia relativamente grande en distancias entre el eNodeB y los UE servidos, y la diferencia relativamente grande en distancias se puede explotar para mejorar adicionalmente la eficiencia espectral de las transmisiones de enlace descendente. Más específicamente, la eficiencia espectral se puede mejorar utilizando un esquema de multiplexación no ortogonal, en el que el eNodeB puede llevar a cabo planificación sobre el grupo de UE utilizando los mismos recursos de tiempo y frecuencia, pero el eNodeB puede dividir la potencia entre las señales enviadas al grupo de UE. El esquema de multiplexación no ortogonal implementado en el eNodeB puede tener como resultado transmisiones con superposición multiusuario desde el eNodeB.

La figura 1 muestra una configuración a modo de ejemplo de una estación base que está sirviendo a un primer equipo de usuario (UE) y un segundo UE. El primer UE se puede denominar UE1 y el segundo UE se puede denominar UE2. El primer UE puede estar situado relativamente cerca de la estación base, mientras que el segundo UE puede estar situado relativamente lejos la estación base. Además, el primer UE y el segundo UE pueden tener diferentes pérdidas por propagación debido a sus distancias a la estación base. Por ejemplo, el primer UE puede tener una pérdida por propagación baja debido a estar relativamente cerca de la estación base, y el segundo UE puede tener una pérdida por propagación relativamente alta debido a estar relativamente lejos de la estación base. En otras palabras, el segundo UE puede experimentar pérdidas por propagación mayores comparado con el primer UE.

En el sistema del convenio LTE-A, la estación base puede servir al primer UE y al segundo UE utilizando OFDMA mediante la asignación de recursos de tiempo y frecuencia no solapados, tal como bloques de recursos físicos (PRB) de tiempo y frecuencia no solapados. En otras palabras, la estación base puede enviar dos señales al primer UE y al segundo UE que no solapan en tiempo y frecuencia. Sin embargo, cuando la estación base utiliza multiplexación no ortogonal, el eNodeB puede utilizar la superposición de las dos señales que son enviadas al primer UE y al segundo UE. El eNodeB puede multiplexar señales al primer UE y al segundo UE en los mismos recursos de tiempo y frecuencia. Más específicamente, el eNodeB puede multiplexar las dos señales utilizando el dominio de potencia. El eNodeB se puede limitar a determinada potencia de transmisión (P). El eNodeB puede dividir la potencia de transmisión (P) entre la primera señal y la segunda señal, y el eNodeB puede a continuación transmitir la primera y la segunda señales simultáneamente al primer y el segundo UE, respectivamente, sobre los mismos recursos de tiempo y frecuencia.

En un ejemplo, cuando el eNodeB está configurado para llevar a cabo transmisión con superposición multiusuario, el primer UE y el segundo UE pueden ser servidos en los mismos recursos de tiempo frecuencia, y la potencia total de transmisión del eNodeB se puede dividir en P1 y P2 para la primera y la segunda señales designadas para el primer y el segundo UE, respectivamente. En multiplexación no ortogonal, la primera y la segunda señales se pueden transmitir simultáneamente sobre los mismos recursos de tiempo y frecuencia. La potencia de la señal con respecto al ruido para el primer UE puede ser mayor que la del segundo UE, dado que el segundo UE tiene una mayor pérdida por propagación desde la estación base comparado con el primer UE. La primera señal recibida en el primer UE puede comprender una señal útil, interferencia de señal debida a la segunda señal transmitida al segundo UE, y un ruido de señal. Análogamente, la segunda señal recibida en el segundo UE puede comprender una señal útil, interferencia de señal debida a la primera señal transmitida al primer UE, y ruido de señal. La primera señal puede provocar interferencia intra-celda para el segundo UE, y la segunda señal puede provocar interferencia intra-celda para el primer UE.

En un ejemplo, debido a que el primer UE está más cerca de la estación base comparado con el segundo UE (lo que tiene como resultado una menor pérdida por propagación), el nivel de ruido relativo puede ser menor para el primer UE comparado con el segundo UE. Además, dado que el primer UE tiene una menor pérdida por propagación comparado con el segundo UE, la relación señal frente a ruido de interferencia (SINR, signal to interference noise ratio) para el primer UE es generalmente mayor que la SINR para el segundo UE.

En un ejemplo, la primera señal designada para el primer UE puede ser asignada a una fracción relativamente baja de la potencia total de transmisión, y la segunda señal designada para el segundo UE puede ser asignada a una fracción relativamente alta de la potencia total de transmisión, basándose en que el primer UE está más cerca de la estación base comparado con el segundo UE. En otras palabras, la menor distancia entre la estación base y el primer UE tiene como resultado que se asigna una potencia menor a la primera señal, y la mayor distancia entre la estación base y el segundo UE tiene como resultado que se asigna una potencia mayor a la segunda señal.

En un ejemplo, el eNodeB puede utilizar un esquema de modulación de orden superior para modular la primera señal para el primer UE, y el eNodeB puede utilizar un esquema de modulación de orden inferior para modular la segunda señal para el segundo UE. En un ejemplo, el esquema de modulación de orden superior es 16QAM (modulación de amplitud en cuadratura) y el esquema de modulación de orden inferior es modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK, quadrature phase shift keying). Por lo tanto, se puede utilizar 16QAM para modular la señal asignada a una fracción menor de la potencia total de transmisión (es decir, la primera señal), y se puede utilizar QPSK para modular la señal asignada a una fracción mayor de la potencia total de transmisión (es decir, la segunda señal). En este ejemplo, se utiliza el esquema de modulación de orden superior (es decir, 16QAM) para el UE más próximo con respecto a la estación base (es decir, el primer UE) y se utiliza el esquema de modulación de orden inferior (es decir, QPSK) para el otro UE con respecto a la estación base (es decir, el segundo UE).

En un ejemplo, en el primer UE, la segunda señal modulada utilizando QPSK es la señal interferente con la primera señal modulada utilizando 16QAM que está designada para el primer UE. Dado que QPSK es una modulación de orden bajo para la segunda señal, la segunda señal puede ser descodificada por el primer UE y cancelada antes de la descodificación de la primera señal. En otras palabras, el primer UE puede recibir tanto la primera señal designada para el primer UE como la segunda señal designada para el segundo UE. La primera señal modulada utilizando 16QAM es la señal útil para el primer UE, y la segunda señal modulada utilizando QPSK es la señal interferente para el primer UE. Dado que el primer UE está situado más cerca de la estación base, el primer UE

puede descodificar la segunda señal (es decir, la señal de interferencia modulada utilizando QPSK) y cancelar la segunda señal antes de la desmodulación de la primera señal (es decir, la señal útil modulada utilizando 16QAM).

Análogamente, en el segundo UE, la primera señal modulada utilizando 16QAM es la señal de interferencia para la segunda señal modulada utilizando QPSK, que está designada para el segundo UE. Sin embargo, normalmente la interferencia debida a la primera señal modulada utilizando 16QAM no es significativa. En algunos casos, en el segundo UE, la interferencia desde las celdas vecinas puede ser mayor que la interferencia creada por la primera señal modulada utilizando 16QAM. Por lo tanto, la interferencia desde la primera señal modulada utilizando 16QAM se puede considerar como ruido aditivo, y generalmente el segundo UE no lleva a cabo ninguna técnica de atenuación de la interferencia cuando desmodula la segunda señal modulada utilizando QPSK.

Como un ejemplo, asignando adecuadamente un esquema de modulación y codificación (MCS) y una distribución de potencia (P1 y P2) entre la primera y la segunda señales, tanto el primer UE como el segundo UE pueden recibir las señales. Más específicamente, dado que el nivel de ruido relativo del primer UE es menor que el nivel de ruido relativo de segundo UE, el primer UE puede asimismo recibir la segunda señal para el segundo UE. El primer UE puede tratar la segunda señal como interferencia. El primer UE puede restar la segunda señal designada para el segundo UE (que es interferencia desde el punto de vista del primer UE) de la primera señal, y el primer UE puede desmodular la señal restante en presencia de ruido. Siempre que el MCS para el primer UE no supere la capacidad del canal sin ninguna interferencia, el primer UE puede recibir la primera y la segunda señales.

Tal como se describe en mayor detalle a continuación, la primera señal puede ser una primera señal de canal de multidifusión físico (PMCH) y la segunda señal puede ser una segunda señal PMCH. La primera y la segunda señales pueden ser transmitidas al primer y el segundo UE, respectivamente, como parte de un servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS) en LTE.

La figura 2A muestra un ejemplo de multiplexación ortogonal de tiempo o de frecuencia. La multiplexación ortogonal se puede representar en términos de tiempo, de frecuencia y de potencia. En multiplexación ortogonal, se pueden asignar diferentes recursos de tiempo y frecuencia a diferentes equipos de usuario (UE). En otras palabras, se pueden asignar diferentes bloques de recursos físicos (PRB) a diferentes UE. En un ejemplo, los recursos de tiempo y frecuencia se asignan de acuerdo con una potencia total de transmisión de un eNodeB.

La figura 2B muestra un ejemplo de multiplexación no ortogonal de tiempo o de frecuencia. La multiplexación no ortogonal se puede representar en términos de tiempo, de frecuencia y de potencia. En multiplexación no ortogonal, se pueden asignar los mismos recursos de tiempo y frecuencia a diferentes equipos de usuario (UE). En otras palabras, se pueden asignar los mismos bloques de recursos físicos (PRB) a diferentes UE. En multiplexación no ortogonal, la potencia total de transmisión de un eNodeB puede estar dividida entre las diferentes señales enviadas a los diferentes UE. En multiplexación no ortogonal, no se incrementa la potencia total de transmisión del eNodeB, sino que cambia la cantidad de distribución de potencia para los diferentes UE. En un ejemplo, la multiplexación no ortogonal en LTE puede proporcionar un rendimiento mejorado comparada con la multiplexación ortogonal.

La figura 3 muestra un ejemplo de una constelación agregada de una señal multiplexada transmitida desde una estación base a múltiples equipos de usuario (UE). La señal multiplexada puede incluir una primera señal designada para un primer UE y una segunda señal designada para un segundo UE. El primer UE puede estar situado más cerca de la estación base comparado con el segundo UE. En un ejemplo, la primera señal puede estar modulada utilizando un esquema de modulación de orden superior, tal como 16QAM (modulación por amplitud en cuadratura) y la segunda señal puede estar modulada utilizando un esquema de modulación de orden inferior, tal como modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK).

En un ejemplo, la constelación agregada puede comprender la multiplexación de la primera señal modulada utilizando 16QAM y de la segunda señal modulada utilizando QPSK. En otras palabras, la constelación agregada puede representar una superposición de la primera y la segunda señales moduladas utilizando 16QAM y QPSK, respectivamente. Tal como se muestra en la figura 3, la primera señal modulada utilizando 16QAM está representada por 16 puntos, y la segunda señal modulada utilizando QPSK está representada por 4 puntos. La constelación agregada (o compuesta) se puede obtener tomando una combinación lineal de todos los posibles puntos en una constelación QPSK y una constelación 16QAM.

En un ejemplo, la constelación agregada se puede definir en base a la división de potencia entre la primera y la segunda señales. Una potencia total de transmisión (P) asociada con el eNodeB puede estar dividida entre las dos señales. La división de potencia total se puede definir mediante α_1 y α_2 . Para esquemas de transmisión con superposición, dependiendo de la condición de propagación (es decir, alta pérdida por propagación o baja pérdida por propagación), α_1 y α_2 son parámetros que definen la división de potencia entre las dos señales. Unos α_1 y α_2 óptimos pueden depender de la diferencia de propagación entre el primer UE y el segundo UE. En el ejemplo de la figura 3, la primera señal modulada utilizando 16QAM y la segunda señal modulada utilizando QPSK pueden tener aproximadamente una diferencia de potencia de 10 decibelios (dB).

En un ejemplo, el UE receptor, tal como el primer UE o el segundo UE, puede recibir la constelación agregada desde el eNodeB, donde la constelación agregada comprende la primera señal modulada utilizando 16QAM y la segunda señal modulada QPSK. Cuando el UE de recepción está situado más cerca de la estación base, tal como el

primer UE, la segunda señal modulada utilizando QPSK sería la señal de interferencia para el primer UE. Sin embargo, dado que la segunda señal es una señal de modulación de orden bajo (es decir, modulada utilizando QPSK), la segunda señal se puede cancelar antes de la desmodulación de la primera señal modulada utilizando 16QAM. Por otra parte, cuando el UE de recepción está situado más lejos de la estación base, tal como el segundo UE, la primera señal modulada utilizando 16QAM sería la señal de interferencia para el segundo UE. Sin embargo, en el segundo UE, la interferencia debida a la primera señal modulada utilizando 16QAM es generalmente insignificante. En algunos casos, la interferencia procedente de la primera señal modulada utilizando 16QAM puede ser menor que la interferencia en el segundo UE procedente de las celdas vecinas. Por lo tanto, el segundo UE no realiza generalmente ninguna técnica de atenuación de interferencia cuando desmodula la segunda señal modulada utilizando QPSK.

En una configuración, LTE proporciona soporte de servicios del servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS), además de transmisiones de unidifusión convencionales. MBMS, que se especifica en 3GPP TS 26.346 versiones 6 a 12, es una especificación de interfaz punto a multipunto diseñada para proporcionar una distribución eficiente de servicios de difusión y multidifusión. MBMS se utiliza en redes celulares que funcionan según uno de los estándares celulares promulgados por el 3GPP. MBMS puede ser aplicable a la difusión de radio y de televisión (TV) móvil, así como a distribución de archivos y avisos de emergencia. En algunos ejemplos, MBMS se puede utilizar para enviar transmisiones de video a los UE o para permitir a los UE descargar aplicaciones. El LTE-A, MBMS se proporciona habitualmente en una red sincronizada basada en transmisión simultánea de la misma información desde múltiples puntos de transmisión/celdas utilizando la misma frecuencia portadora. La transmisión simultánea de la misma información desde múltiples puntos de transmisión se puede producir en una red de frecuencia única MBMS (MBSFN). Dado que la misma transmisión de datos en la MBSFN se realiza mediante múltiples celdas o puntos de transmisión, la asignación de recursos y el formato del bloque de transporte (por ejemplo, esquema de modulación y codificación, tamaño del bloque de transporte) no pueden ser modificados dinámicamente por el eNodeB y decididos por una entidad de coordinación de multidifusión (MCE, Multicast Coordination Entity) en un esquema a largo plazo.

La figura 4 muestra un ejemplo de una transmisión del servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS) desde múltiples estaciones base. En este ejemplo, las transmisiones MBMS se pueden producir en una red de frecuencia única MBMS (MBSFN). La red MBSFN puede ser una red sincronizada, y algunas de las subtramas de enlace descendente pueden estar configuradas como subtramas MBSFN. En estas subtramas MBSFN, múltiples eNodeB pueden transmitir la misma información con el mismo orden de modulación, y utilizando los mismos recursos de tiempo y frecuencia (por ejemplo, los mismos PRB). En otras palabras, las subtramas que pueden ser utilizadas para transmisiones MBMS se pueden denominar subtramas MBSFN, que pueden estar configuradas para los UE utilizando señalización de capa superior, tal como señalización de control de recursos radioeléctricos (RRC, radio resource control).

En un ejemplo, cada subtrama MBSFN puede incluir una zona de control con 1 ó 2 símbolos OFDM, y una zona MBSFN que ocupa los símbolos OFDM restantes de la subtrama MBSFN. La zona de control de la subtrama MBMS puede contener un canal de control de capa física que se transmite en un modo de unidifusión utilizando puertos de antena (0-3) de señal de referencia específica por celda (CRS). La zona MBSFN de la subtrama MBMS se puede transmitir en modo multidifusión utilizando señales de referencia MBSFN (puerto de antena 4) y señales del canal de multidifusión físico (PMCH). Las señales PMCH pueden incluir tráfico MBMS e información de control, y las señales PMCH se pueden transmitir con las señales de referencia MBSFN (RS).

En un ejemplo, las señales de referencia MBSFN pueden ser utilizadas para ecualización de las transmisiones PMCH. Las señales de referencia MBSFN se puede transmitir sobre el puerto de antena 4 con PMCH y se definen para una longitud de prefijo cíclico (CP, cyclic prefix) extendida. Las señales PMCH pueden ser transmitidas periódicamente en la zona MBSFN de la subtramas MBSFN. Los tipos de modulación para las señales PMCH pueden ser QPSK, 16QAM, 64QAM o 256QAM, y el tipo de modulación para las señales de referencia MBSFN puede ser QPSK.

En un ejemplo, debido a las transmisiones de red de frecuencia única (SFN, single frequency network), las señales procedentes de diferentes puntos de transmisión se pueden combinar en el receptor del UE. En comparación con la transmisión de unidifusión, los usuarios del borde de la celda están en el área de subtramas MBMS. En algunos casos, no todos los eNodeB están transmitiendo la misma información. Por el contrario, solamente un conjunto de los eNodeB transmiten la misma información en el área de subtrama MBMS. Los parámetros de transmisión pueden estar controlados por una entidad especial denominada entidad de coordinación de multidifusión (MCE). Esta entidad controla los parámetros PMCH. La MCE puede controlar las transmisiones MBMS, así como configurar los esquemas de codificación de modulación para los UE. La MCE puede informar al eNodeB sobre qué clase de esquema de codificación de modulación se debería utilizar para la transmisión PMCH.

La figura 5 muestra un mapeo a modo de ejemplo de señales de referencia de red de frecuencia única de multidifusión/difusión (MBSFN). Tal como se muestra en la figura 5, los elementos de referencia designados como R_4 pueden indicar señales de referencia MBSFN. Estas señales de referencia MBSFN se pueden transmitir de manera similar a la información del canal de multidifusión físico (PMCH), que habitualmente es transmitida por múltiples puntos de transmisión. Estas señales de referencia MBSFN son transmitidas de tal modo que el UE puede

estimar un canal compuesto a partir de todos los eNodeB con el fin de llevar a cabo la desmodulación de la señal recibida en MBMS.

Tal como se describe con mayor detalle en 3GPP TS 36.213 sección 5.2, el eNodeB puede determinar la asignación de potencia de enlace descendente y, en particular, el eNodeB puede determinar la energía por elemento de recurso (EPRE, energy per resource element) de tránsito de enlace descendente. Cuando una señal PMCH es modulada utilizando 16QAM, 64QAM o 256QAM, la potencia de transmisión de la señal de referencia MBSFN es igual que la potencia de transmisión de la señal PMCH. En otras palabras, el UE puede asumir que la relación de EPRE PMCH frente a EPRE RS MBSFN es igual a 0 decibelios (dB).

En un ejemplo, un parámetro de transmisión PMCH se puede configurar por medio de señalización de colocación superior utilizando un elemento de información (IE) de lista de información PMCH (PMCH-InfoList), que incluye una indicación del MCS utilizado para la transmisión PMCH por medio de un parámetro dataMCS-r12.

La tecnología descrita en la presente memoria extiende el funcionamiento de la multiplexación no ortogonal a MBMS. En otras palabras, se pueden realizar transmisiones con superposición multiusuario para MBMS. Las transmisiones con superposición multiusuario sobre PMCH se pueden facilitar mediante señalización de control de potencia para señales PMCH, que puede indicar la relación EPRE PMCH frente a EPRE RS MBSFN. Las transmisiones con superposición multiusuario en el PMCH se pueden facilitar mediante señalización de por lo menos dos identidades de aleatorización, donde las identidades de aleatorización se utilizan para aleatorizar bits codificados correspondientes a las señales multiplexadas no ortogonalmente. Además, se pueden facilitar transmisiones con superposición multiusuario en el PMCH mediante por lo menos dos asignaciones PMCH que solapan en tiempo y frecuencia.

Tal como se ha descrito anteriormente, el canal de multidifusión físico (PMCH) es el canal de control que define la estructura de capa física para transportar servicios de difusión y multidifusión de multimedia (MBMS). El PMCH puede ocupar los primeros 1, 2 o 3 símbolos OFDM en una subtrama que se extiende sobre todo el ancho de banda del sistema. Se pueden aplicar modulaciones QPSK, 16QAM o 64QAM a las señales PMCH. Además, el PMCH puede incluir un canal de multidifusión (MCH), donde el MCH está caracterizado por el requisito de ser difundido en todo el área de cobertura de la celda. El MCH puede estar caracterizado por soportar combinación MBSFN de transmisión MBMS en múltiples celdas. Asimismo, el MCH puede estar caracterizado por soporte para asignación semiestática de recursos, por ejemplo, con una trama de tiempo de un prefijo cíclico largo.

La figura 6 es un código de notación de sintaxis abstracta (ASN) a modo de ejemplo que describe un elemento de información (IE) de lista de información de canal de multidifusión físico (PMCH). Un parámetro de transmisión PMCH se puede configurar por medio de señalización de capa superior utilizando el IE de lista de información PMCH. En un ejemplo, el IE de lista de información PMCH puede especificar configuraciones de todos los PMCH de un área MBSFN particular. La información proporcionada para un PMCH individual puede incluir los parámetros de configuración de las sesiones que se transportan mediante el PMCH individual.

Con respecto a las soluciones anteriores en MBMS, se puede seleccionar el esquema de codificación de modulación (MCS) para garantizar la recepción de la señal PMCH para una gran fracción de los UE (por ejemplo del 95 al 97 % de los UE deberían ser capaces de recibir la señal PMCH). En este caso, la selección MCS (por ejemplo, selección QPSK o 16QAM) se basa habitualmente en el UE del peor caso. Por ejemplo, podría existir una gran fracción de los UE con una alta SNR, y podría haber algunos UE con una baja SINR y un bajo orden de modulación (por ejemplo, los UE del peor caso). En este caso, la selección MCS está basada en los UE del peor caso que tienen baja SINR, garantizando de ese modo que la mayoría de los UE del peor caso siguen recibiendo la señal PMCH. Para garantizar que la mayoría de los UE del peor caso reciben la señal PMCH, se puede seleccionar un bajo MCS. Como resultado, los UE con SINR alta pueden tener un margen significativo. El MCS sería de orden bajo pero la SINR puede ser alta, de tal modo que existe una diferencia relativamente grande entre las condiciones de propagación y el MCS real utilizado para transmisiones PMCH.

En MBMS, las señales PMCH pueden incluir tráfico MBMS e información de control, y las señales PMCH pueden ser transmitidas con señales de referencia MBSFN (RS). En una configuración, diferentes señales PMCH pueden ser multiplexadas y transmitidas a múltiples UE desde una estación base de acuerdo con un esquema de transmisión con superposición multiusuario para MBMS. Por ejemplo, una primera señal PMCH con MCS de orden alto se puede multiplexar con la segunda señal PMCH con MCS de orden bajo. Al utilizar multiplexación no ortogonal, la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH se pueden transmitir utilizando recursos que están parcial o totalmente solapados en tiempo y frecuencia. Una fracción de la potencia utilizada para la primera señal PMCH con MCS de orden alto puede ser utilizada para la transmisión de la segunda señal PMCH con MCS de orden bajo. En un ejemplo, la primera señal PMCH se puede designar para un primer UE, donde el primer UE está situado más cerca de la estación base. La segunda señal PMCH puede estar designada para un segundo UE, donde el segundo UE está situado más lejos de la estación base con respecto al primer UE. En otro ejemplo, el MCS de orden alto asociado con la primera señal PMCH es 16QAM, y el MCS de orden bajo asociado con la segunda señal PMCH es QPSK.

En un ejemplo, el primer UE (que está más cerca de la estación base) puede recibir simultáneamente tanto la primera señal PMCH (es decir, la señal de modulación de orden alto) como la segunda señal PMCH (es decir, la

señal de modulación de orden bajo). El primer UE puede utilizar tanto la primera como la segunda señal PMCH, como señales útiles. En otras palabras, el primer UE puede desmodular tanto la primera como la segunda señal PMCH. El segundo UE (que está más lejos de la estación base) puede recibir tanto la primera como la segunda señal PMCH, pero el segundo UE puede observar la primera señal PMCH como alguna señal de interferencia adicional. En este caso, el segundo UE puede descodificar solamente la segunda señal PMCH y no la primera señal PMCH.

En un ejemplo, con respecto al primer UE que está situado más cerca de la estación base, la segunda señal PMCH con MCS de orden bajo (por ejemplo, QPSK) no se considera interferencia para el primer UE. En otras palabras, el primer UE puede utilizar la segunda señal PMCH como una señal útil. De manera similar a los esquemas convencionales de superposición multiusuario, el primer UE puede recibir la primera señal PMCH con MCS de orden alto y la segunda señal PMCH con MCS de orden bajo, y el primer UE puede descodificar la segunda señal PMCH con MCS de orden bajo. En esquemas convencionales de superposición multiusuario, el primer UE puede descodificar la segunda señal PMCH con MCS de orden bajo solamente para cancelar interferencia. Sin embargo, cuando se aplica superposición multiusuario a MBMS, el primer UE puede utilizar como señales útiles tanto la primera señal PMCH con MCS de orden alto como la segunda señal PMCH con MCS de orden bajo. Por lo tanto, se contiene información útil tanto en la segunda señal PMCH como en la primera señal PMCH.

En un ejemplo, debido a que el primer UE está más cerca de la estación base comparado con el segundo UE (lo que tiene como resultado una menor pérdida por propagación), el nivel de ruido relativo puede ser menor para el primer UE comparado con el segundo UE. Además, dado que el primer UE tiene una menor pérdida por propagación comparado con el segundo UE, la relación señal frente a ruido interferencia (SINR) para el primer UE es generalmente mayor que la SINR para el segundo UE.

En un ejemplo, a la primera señal PMCH designada para el primer UE le puede ser asignada una fracción relativamente baja de una potencia total de transmisión asociada con la estación base, y a la segunda señal PMCH designada para el segundo UE le puede ser asignada una fracción relativamente alta de la potencia total de transmisión, basándose en que el primer UE está más cerca de la estación base comparado con el segundo UE. En otras palabras, la menor distancia entre la estación base y el primer UE tiene como resultado que se asigna una menor potencia a la primera señal PMCH, y la mayor distancia entre la estación base y el segundo UE tiene como resultado que se asigna una mayor potencia a la segunda señal PMCH.

En un ejemplo, la primera señal PMCH multiplexada con la segunda señal PMCH puede ser recibida desde la estación base en el UE como una constelación de agregación. La constelación agregada puede comprender la multiplexación de la primera señal PMCH modulada utilizando 16QAM y la segunda señal PMCH modulada utilizando QPSK. En otras palabras, la constelación agregada puede representar una superposición de la primera y la segunda señales PMCH moduladas utilizando 16QAM y QPSK, respectivamente. En la constelación agregada, la primera señal PMCH modulada utilizando 16QAM puede estar representada por 16 puntos, y la segunda señal PMCH modulada utilizando QPSK puede estar representada por 4 puntos. La constelación agregada (o compuesta) se puede obtener tomando una combinación lineal de todos los posibles puntos en una constelación QPSK y una constelación 16QAM.

Como ejemplo, se pueden utilizar esquemas de transmisión con superposición multiusuario para mejorar las transmisiones de video en MBMS. Un video puede tener varias capas. Una capa de video básico se puede transmitir desde una estación base utilizando una primera señal PMCH, que es modulada utilizando un esquema de modulación de orden bajo, tal como QPSK. Además, se puede transmitir una capa de video mejorado desde la estación base utilizando una segunda señal PMCH, que es modulada utilizando un esquema de modulación de orden alto, tal como 16QAM. La capa de video mejorado puede incluir bits adicionales para mejorar la calidad del video. La capa de video básico puede estar asociada con una señal de video de definición estándar y la capa de video mejorado puede estar asociada con una señal de video de alta definición. Un primer UE que está situado en proximidad con la estación base, lo que tiene como resultado una baja pérdida por propagación, puede recibir tanto la primera señal PMCH como la segunda señal PMCH. El primer UE puede recibir la capa de video mejorado multiplexada sobre la capa de video básico. Como resultado, se puede mejorar la calidad del video recibido en el primer UE, debido a que el primer UE recibe tanto la capa de video básico como la capa de video mejorado. Por ejemplo, la combinación de la capa de video básico y la capa de video mejorado puede tener como resultado un video de alta definición, mientras que solamente la capa de video básico puede tener como resultado un video de calidad estándar. Por otra parte, un segundo UE que está situado más lejos de la estación base, lo que tiene como resultado pérdidas por propagación altas, puede ser capaz solamente de recibir la primera señal PMCH correspondiente a la capa de video básico. Como resultado, el segundo UE que está situado más lejos puede ser capaz solamente de recibir el video de calidad estándar.

En una configuración, los UE en un MBSFN pueden recibir señales PMCH multiplexadas desde la estación base, donde las señales PMCH son transmitidas sobre los mismos recursos de tiempo y frecuencia, tal como los mismos bloques de recursos físicos (PRB). En soluciones anteriores con respecto a MBMS, solamente era posible una única transmisión de señal PMCH, mientras que con la tecnología actual, se pueden transmitir por lo menos dos señales PMCH sobre los mismos recursos de tiempo y frecuencia. En un ejemplo, la estación base puede transmitir varios parámetros de configuración a los UE para permitir que los UE descodifiquen/desmodulen las señales PMCH

multiplexadas recibidas desde la estación base. Estos parámetros de configuración pueden estar relacionados con una asignación de potencia, un orden de modulación y diferentes identidades de aleatorización, para las señales PMCH. Basándose en la asignación de potencia, el orden de modulación y las identidades de aleatorización, se habilita a los UE para decodificar las señales PMCH multiplexadas. En otras palabras, mediante los parámetros de configuración, la estación base puede configurar los UE para decodificar/desmodular adecuadamente las señales PMCH multiplexadas recibidas desde la estación base. Además, las señales de referencia MBSFN pueden ser transmitidas junto con las señales PMCH multiplexadas desde la estación base a los UE.

En un ejemplo, se puede señalar señalización de asignación de potencia (o señalización de compensación de potencia) desde la estación base a los UE. Para que el UE desmodule las señales PMCH multiplexadas, el UE tiene que conocer la división de potencia entre la primera señal PMCH con el MCS de orden alto (por ejemplo, 16QAM) y la segunda señal PMCH con el MCS de orden bajo (por ejemplo, QPSK). La señalización de asignación de potencia puede incluir un parámetro que indica una parte de la potencia total de transmisión (es decir, la cantidad disponible de potencia) que se asigna a la primera señal PMCH y una parte de la potencia total de transmisión que se asigna a la segunda señal PMCH, donde la potencia total de transmisión está limitada por las capacidades de la estación base. Un ejemplo del parámetro es un parámetro de asignación de potencia del canal de multidifusión (MCH), que se puede representar mediante mch-Pa. En un ejemplo, el parámetro (por ejemplo, mch-Pa) en la señalización de asignación de potencia se puede transmitir desde la estación base a los UE por medio de un elemento de información (IE) de configuración PMCH versión 14 (PMCH-Config-r14). Además, el parámetro (por ejemplo, mch-Pa) puede definir una asignación de potencia entre señales de referencia MBSFN y señales PMCH que son transmitidas desde la estación base a los UE. El parámetro (por ejemplo, mch-Pa) puede definir la relación de EPRE PMCH frente a EPRE RS MBSFN. Además, el parámetro (por ejemplo, mch-Pa) puede indicar un valor a partir de un conjunto cuantificado, donde el conjunto cuantificado puede contener valores de dB negativos para soportar compartición de potencia entre múltiples señales. Por ejemplo, el parámetro (por ejemplo, mch-Pa) se puede definir como enumerado con un conjunto de valores {dB-9, dB-6, dB-4dot77, dB-3, dB-1dot77, dB0, dB3, dB6}.

En un ejemplo, la señalización de asignación de MCS se puede señalar desde la estación base a los UE. La señalización de asignación MCS puede incluir parámetros MCS adicionales, tales como un parámetro de MCS de datos versión 14 (dataMCS-r14), que indica los esquemas de modulación y codificación utilizados para las múltiples señales PMCH. En un ejemplo, la señalización de asignación MCS puede incluir dos instancias de un esquema de modulación y codificación, donde cada instancia indica el esquema de modulación y codificación (por ejemplo, correspondiente a modulaciones QPSK, 16QAM) que se tiene que aplicar con respecto a una señal PMCH particular. En soluciones anteriores, la señalización de asignación MCS contiene solamente una instancia de un esquema de modulación y codificación debido a que solamente se transmite una señal PMCH sobre una determinada asignación de recursos.

En un ejemplo, la señalización de asignación de potencia puede indicar una relación de EPRE PMCH (para cualquiera de la primera señal PMCH o la segunda señal PMCH) frente a RS MBSFN. Además, la señalización de asignación de potencia puede indicar una relación de EPRE PMCH del UE cercano (es decir, el UE situado relativamente próximo a la estación base) frente a EPRE PMCH del UE lejano (es decir, el UE situado relativamente lejos de la estación base). En otras palabras, la señalización de asignación de potencia puede indicar la compensación de potencia entre la primera señal PMCH (asociada con el UE cercano) y la segunda señal PMCH (asociada con el UE lejano).

En un ejemplo, la señalización de asignación MCS se puede combinar con la señalización de asignación de potencia. En otras palabras, el MCS se puede señalar junto con la compensación de potencia, de tal modo que el UE sabe cuánta potencia está asignada para cada señal PMCH y el tipo de modulación asociada con cada señal PMCH. En un ejemplo, por lo menos dos instancias de asignación de potencia (por ejemplo, mch-Pa) y por lo menos dos instancias de MCS (por ejemplo, dataMCS-r14) se pueden señalar al UE como parte del IE de configuración PMCH versión 14 (PMCH-Config-r14), donde cada instancia de dataMCS-r14 y mch-Pa-r14 se utiliza para describir parámetros señal PMCH multiplexados en la misma asignación con otras señales PMCH. Alternativamente, se pueden señalar al UE IE PMCH-Config-r14 separados, donde un primer IE PMCH-Config-r14 es para la asignación de potencia y un segundo IE PMCH-Config-r14 es para la asignación de MCS.

En un ejemplo, el UE puede determinar la compensación de potencia en base a dos señales de referencia de subtrama MBSFN multiplexadas, y la información de compensación de potencia se puede codificar en las dos señales de referencia de subtrama MBSFN. Como un ejemplo, se pueden asociar dos señales de referencia de subtrama MBSFN con cada señal PMCH. La división de potencia entre dos señales de referencia de subtrama MBSFN puede ser igual que la división de potencia entre dos señales PMCH. Una vez que el UE realiza una estimación sobre estas dos señales de referencia de subtrama MBSFN, la estimación de canal para cada señal de referencia de subtrama MBSFN puede incluir asimismo el escalamiento de potencia. En este caso, no es necesario indicar la información de división de potencia al UE debido a que el escalamiento de potencia puede formar parte de la estimación de canal.

En un ejemplo, la estación base puede configurar una identidad de aleatorización para cada señal PMCH. Las diferentes identidades de aleatorización n_{ID}^{MCH} se pueden asignar para dos señales PMCH para aleatorizar antes de la modulación los bits codificados. El parámetro n_{ID}^{MCH} puede definir la inicialización para una secuencia pseudoaleatoria, y el parámetro n_{ID}^{MCH} se puede señalar utilizando señalización de capa superior entre la estación

5 base y el UE. Alternativamente, el parámetro n_{ID}^{MCH} puede estar predefinido en la especificación. Basándose en la identidad de aleatorización señalizada al UE, el UE puede desmodular/descodificar cada una de las señales PMCH.

En un ejemplo, se pueden utilizar dos valores predefinidos de $n_{ID}^{MCH} = 0,1$ para la primera y la segunda señales PMCH multiplexadas en la misma asignación de recursos. En otras palabras, se puede determinar una identidad de aleatorización predeterminada para cada señal PMCH sumando un valor de iniciación pseudoaleatorio existente con

10 $i=0$ o $i=1$, donde i es un índice la señal PMCH multiplexada no ortogonalmente.

En un ejemplo, el parámetro n_{ID}^{MCH} se puede asignar a dos valores predefinidos de 0 o 1. Por ejemplo, una primera señal PMCH puede estar modulada mediante una secuencia aleatoria generada cuando el parámetro n_{ID}^{MCH} es igual a 0. La segunda señal PMCH puede estar modulada por una secuencia aleatoria generada cuando el parámetro n_{ID}^{MCH} es igual a 1. Utilizando diferentes códigos de aleatorización, lo que se consigue utilizando valores

15 de inicialización y valores de parámetros n_{ID}^{MCH} diferentes, el UE puede suprimir potencialmente la interferencia de dos señales PMCH que están multiplexadas en el mismo elemento de recursos.

En un ejemplo, el parámetro n_{ID}^{MCH} puede ser utilizado para determinar una inicialización del generador de aleatorización. Para cada palabra de código q , el bloque de bits $b^{(q)}(0), \dots, b^{(q)}(M_{\text{bit}}^{(q)} - 1)$, donde $M_{\text{bit}}^{(q)}$ es el número de bits en la palabra de código q transmitida sobre el canal físico en una subtrama, deberá ser aleatorizado antes de la

20 modulación, dando como resultado un bloque de bits aleatorizados $\tilde{b}^{(q)}(0), \dots, \tilde{b}^{(q)}(M_{\text{bit}}^{(q)} - 1)$ de acuerdo con $\tilde{b}^{(q)}(i) = (b^{(q)}(i) + c^{(q)}(i)) \bmod 2$, donde la secuencia de aleatorización $c^{(q)}(i)$ está dada por la cláusula 7.2. El generador de secuencias de aleatorización deberá ser inicializado al comienzo de cada subtrama, donde el valor de inicialización

de c_{init} depende del tipo de canal de transporte de acuerdo con

$$c_{\text{init}} = \begin{cases} n_{\text{RNTI}} \cdot 2^{14} + q \cdot 2^{13} + \lfloor n_s/2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{cell}} & \text{for PDSCH} \\ \lfloor n_s/2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{MBSFN}} + n_{ID}^{MCH} & \text{for PMCH} \end{cases},$$

donde n_{RNTI} corresponde al RNTI asociado con la transmisión PDSCH, tal como se describe en mayor detalle en la

25 cláusula 7.1 de 3GPP TS 36.213.

En un ejemplo, la estación base puede configurar dos o más señales de referencia MBSFN multiplexadas, en la misma subtrama para el UE. Cada señal de referencia MBSFN puede estar asociada con una de dos (o más) señales PMCH multiplexadas no ortogonalmente que están asimismo en la misma subtrama. Más específicamente, la estación base puede configurar una identidad de aleatorización para cada señal de referencia MBSFN. El

parámetro n_{ID}^{RS} puede definir la inicialización para una secuencia pseudoaleatoria, y el parámetro n_{ID}^{RS} se puede señalar utilizando señalización de capa superior entre la estación base y el UE. Alternativamente, el parámetro n_{ID}^{RS} puede estar predefinido en la especificación. Basándose en la identidad de aleatorización señalizada al UE, el UE puede desmodular/descodificar cada una de las señales de referencia MBSFN. En un ejemplo, se pueden utilizar

30 dos valores predefinidos de $n_{ID}^{RS} = 0,1$ para la primera y la segunda señales de referencia MBSFN (o la primera y la

segunda señal PMCH) multiplexadas en la misma asignación de recursos. En otras palabras, se puede utilizar una identidad de aleatorización predeterminada para modular cada señal de referencia MBSFN, donde la identidad de aleatorización predeterminada se puede determinar sumando un valor de inicialización pseudoaleatorio existente con $i=0$ o $i=1$, donde i es un índice de la señal PMCH multiplexada no ortogonalmente.

35

Por lo tanto, el soporte de multiplexación de dos señales de referencia de subtrama MBSFN en la misma subtrama se puede conseguir introduciendo parámetros de aleatorización adicionales, o n_{ID}^{RS} , que se pueden diseñar con dos valores predefinidos de 0 o 1. Por ejemplo, una primera señal de referencia MBSFN se puede modular mediante una

40 secuencia aleatoria generada cuando el parámetro n_{ID}^{RS} es igual a 0. La segunda señal de referencia MBSFN se puede modular mediante una secuencia aleatoria generada cuando el parámetro n_{ID}^{RS} es igual a 1. Al utilizar diferentes códigos de aleatorización, lo que se consigue utilizando valores de inicialización y valores de parámetros

n_{ID}^{RS} diferentes, el UE para estimación de canal puede suprimir potencialmente la interferencia procedente de una señal de referencia MBSFN que está multiplexada en el mismo elemento de recursos que otra señal de referencia MBSFN.

En un ejemplo, utilizando el parámetro n_{ID}^{RS} , se pueden obtener diferentes señales de referencia MBSFN utilizando diferentes inicializaciones de un generador pseudoaleatorio, donde el generador pseudoaleatorio puede ser utilizado para la generación de una secuencia de bits para modulación RS MBSFN. Por ejemplo, se pueden transmitir señales de referencia MBSFN en la zona MBSFN de subtramas MBSFN solamente cuando se transmite la señal PMCH. Las señales de referencia MBSFN se pueden transmitir sobre el puerto de antena 4. Las señales de referencia MBSFN se definen solamente para prefijo cíclico extendido. En un ejemplo, la secuencia de señales de

referencia MBSFN $r_{l,n_s}(m)$ se define mediante
$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)),$$

 $m = 0, 1, \dots, 6N_{RB}^{max,DL} - 1$, donde n_s es el número de segmentos dentro de una trama de radio y l es el número de símbolos OFDM dentro del segmento. La secuencia pseudoaleatoria $c(i)$ se define en mayor detalle en la cláusula 7.2 de 3GPP TS 36.213. El generador de secuencias pseudoaleatorias se puede inicializar con $c_{init} = 2^9 \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{MBSFN} + 1) + N_{ID}^{MBSFN} + n_{ID}^{RS}$ al comienzo de cada símbolo OFDM.

Otro ejemplo da a conocer funcionalidad 700 de un eNodeB que puede funcionar para realizar transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario para servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS), tal como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 7. La funcionalidad se puede implementar como un procedimiento o la funcionalidad se puede ejecutar como instrucciones en una máquina, donde las instrucciones están incluidas en, por lo menos, un medio legible por ordenador o un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio. El eNodeB puede comprender uno o varios procesadores configurados para: modular una primera señal del canal de multidifusión físico (PMCH) para MBMS con un primer esquema de modulación y codificación (MCS), tal como en el bloque 710. El eNodeB puede comprender uno o varios procesadores configurados para: modular una segunda señal PMCH para MBMS con un segundo MCS, tal como en el bloque 720. El eNodeB puede comprender uno o varios procesadores configurados para: multiplexar la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH para formar una señal PMCH agregada, tal como en el bloque 730. El eNodeB puede comprender uno o varios procesadores configurados para: transmitir la señal PMCH agregada a una serie de UE utilizando superposición no ortogonal multiusuario para MBMS, donde la primera señal PMCH en la señal PMCH agregada se transmite utilizando bloques de recursos físicos (PRB) que están parcial o totalmente solapados en tiempo y frecuencia con los PRB de la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada, tal como en el bloque 740.

Otro ejemplo proporciona funcionalidad 800 de un equipo de usuario (UE) que puede funcionar para recibir transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario para servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS), tal como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 8. La funcionalidad se puede implementar como un procedimiento o la funcionalidad se puede ejecutar como instrucciones en una máquina, donde las instrucciones están incluidas en, por lo menos, un medio legible por ordenador o un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio. El UE puede comprender uno o varios procesadores configurados para: recibir, desde un eNodeB, una señal de canal de multidifusión físico (PMCH) agregada, en una transmisión con superposición no ortogonal multiusuario para MBMS, donde la señal PMCH agregada incluye una primera señal PMCH que está multiplexada con una segunda señal PMCH, tal como en el bloque 810. El UE puede comprender uno o varios procesadores configurados para: recibir, desde el eNodeB, un parámetro de compensación de potencia que indica una relación de división de potencia entre la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada, tal como en el bloque 820. El UE puede comprender uno o varios procesadores configurados para: recibir, desde el eNodeB, un esquema de modulación y codificación (MCS) para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada, tal como en el bloque 830. El UE puede comprender uno o varios procesadores configurados para: recibir, desde el eNodeB, una identidad de aleatorización para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada, tal como en el bloque 840. El UE puede comprender uno o varios procesadores configurados para: descodificar, en el UE, por lo menos una de la primera señal PMCH o la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada utilizando el parámetro de compensación de potencia, el MCS y la identidad de aleatorización para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada, donde la primera señal PMCH en la señal PMCH agregada es recibida en el UE utilizando bloques de recursos físicos (PRB) que están parcial o totalmente solapados en tiempo y frecuencia con PRB de la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada, tal como en el bloque 850.

Otro ejemplo da a conocer por lo menos un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio que tiene instrucciones 900 incorporadas en el mismo para realizar transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario en un eNodeB para servicio de difusión/multidifusión multimedia (MBMS), tal como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 9. El procedimiento se puede ejecutar como instrucciones en una máquina, donde las instrucciones están incluidas en, por lo menos, un medio legible por ordenador o un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio. Las instrucciones, cuando son ejecutadas, realizan: modulación, utilizando por lo menos un procesador del eNodeB, una primera señal de canal de multidifusión físico (PMCH) para MBMS con un primer

esquema de modulación y codificación (MCS), tal como en el bloque 910. Las instrucciones, cuando son ejecutadas, realizan: modular, utilizando por lo menos un procesador del eNodeB, una segunda señal PMCH para MBMS con un segundo MCS, tal como en el bloque 920. Las instrucciones, cuando son ejecutadas, realizan: multiplexar, utilizando por lo menos un procesador del eNodeB, la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH para formar una señal PMCH agregada, tal como en el bloque 930. Las instrucciones, cuando son ejecutadas, realizan: transmitir, utilizando por lo menos un procesador del eNodeB, la señal PMCH agregada a una serie de UE utilizando superposición no ortogonal multiusuario para MBMS, donde la primera señal PMCH en la señal PMCH agregada se transmite utilizando bloques de recursos físicos (PRB) que están parcial o totalmente solapados en tiempo y frecuencia con los PRB de la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada, tal como en el bloque 940.

La figura 10 proporciona una ilustración de ejemplo de un dispositivo de equipo de usuario (UE) 1000, tal como un dispositivo inalámbrico, una estación móvil (MS, mobile station), un dispositivo inalámbrico móvil, un dispositivo de comunicación móvil, una tableta, un teléfono móvil u otro tipo de dispositivo inalámbrico. El dispositivo UE 1000 puede incluir una o varias antenas configuradas para comunicar con un nodo o estación de transmisión, tal como una estación base (BS, base station), un nodo B evolucionado (eNB), una unidad de banda base (BBU, baseband unit), un cabezal de radio remoto (RRH, remote radio head), un equipo de radio remoto (RRE, remote radio equipment), una estación de retransmisión (RS, relay station), un equipo de radio (RE, radio equipment), unión unidad de radio remota (RRU, remote radio unit), un módulo central de procesamiento (CPM, central processing module) o cualquier otro tipo de punto de acceso de red de área extensa inalámbrica (WWAN, wireless wide area network). El dispositivo de UE 1000 puede estar configurado para comunicar utilizando por lo menos un estándar de comunicación inalámbrica que incluye LTE 3GPP, WiMAX, acceso de paquetes de alta velocidad (HSPA, High Speed Packet Access), Bluetooth y WiFi. El dispositivo UE 1000 puede comunicar utilizando antenas independientes para cada estándar de comunicación inalámbrica o antenas compartidas para múltiples estándares de comunicación inalámbrica. El UE 1000 puede comunicar en una red de área local inalámbrica (WLAN, wireless local area network), una red de área personal inalámbrica (WPAN, wireless personal area network) y/o una WWAN.

En algunas realizaciones, el UE 1000 puede incluir circuitos de aplicación 1002, circuitos de banda base 1004, circuitos de radiofrecuencia (RF) 1006, circuitos de módulo frontal (FEM, front-end module) 1008 y una o varias antenas 1010, acopladas entre sí, por lo menos tal como se muestra.

Los circuitos de aplicación 1002 pueden incluir uno o varios procesadores de aplicación. Por ejemplo, los circuitos de aplicación 1002 pueden incluir circuitos tales como, de forma no limitativa, uno o varios procesadores de un solo núcleo o de múltiples núcleos. El procesador o procesadores pueden incluir cualquier combinación de procesadores de propósito general y procesadores dedicados (por ejemplo, procesadores de gráficos, procesadores de aplicación, etc.). Los procesadores pueden estar acoplados con, y/o pueden incluir memoria/almacenamiento, y pueden estar configurados para ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria/almacenamiento con el fin de permitir la ejecución en el sistema de diversas aplicaciones y/o sistemas operativos.

Los circuitos de banda base 1004 pueden incluir circuitos tales como, de forma no limitativa, uno o varios procesadores de un solo núcleo o de múltiples núcleos. Los circuitos de banda base 1004 pueden incluir uno o varios procesadores de banda base y/o lógica de control para procesar señales de banda base recibidas desde una trayectoria de señal de recepción de los circuitos de RF 1006 y para generar señales de banda base para una trayectoria de señal de transmisión de los circuitos de RF 1006. Los circuitos de procesamiento de banda base 1004 pueden interactuar con los circuitos de aplicación 1002 para la generación y procesamiento de las señales de banda base y para controlar operaciones de los circuitos de RF 1006. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los circuitos de banda base 1004 pueden incluir un procesador de banda base de segunda generación (2G) 1004a, un procesador de banda base de tercera generación (3G) 1004b, un procesador de banda base de cuarta generación (4G) 1004c y/u otro procesador o procesadores de banda base 1004d para otras generaciones existentes, generaciones en desarrollo o que se van a desarrollar en el futuro (por ejemplo, quinta generación (5G), 6G, etc.). Los circuitos de banda base 1004 (por ejemplo, uno o varios procesadores de banda base 1004a-d) pueden manejar varias funciones de control de radio que permiten comunicación con una o varias redes de radio por medio de los circuitos de RF 1006. Las funciones de control de radio pueden incluir, de forma no limitativa, modulación/desmodulación de señales, codificación/descodificación, desplazamiento de frecuencias de radio, etc.

En algunas realizaciones, los circuitos de modulación/desmodulación de los circuitos de banda base 1004 pueden incluir funcionalidad de transformada rápida de Fourier (FFT, Fast-Fourier Transform), precodificación y/o mapeo/desmapeo de constelaciones. En algunas realizaciones, los circuitos de codificación/descodificación de los circuitos de banda base 1004 pueden incluir funcionalidad de codificador/descodificador de convolución, convolución por corte de cola ("tail-biting"), turbo, Viterbi y/o verificación de paridad de baja densidad (LDPC, Low Density Parity Check). Las realizaciones de funcionalidad de modulación/desmodulación y codificador/descodificador no se limitan a estos ejemplos y pueden incluir otra funcionalidad adecuada en otras realizaciones.

En algunas realizaciones, los circuitos de banda base 1004 pueden incluir elementos de una pila de protocolos tales como, por ejemplo, elementos de un protocolo de la red de acceso radio terrestre universal evolucionada (EUTRAN, evolved universal terrestrial radio access network) que incluyen, por ejemplo, los elementos físico (PHY), de control de acceso al medio (MAC, media access control), de control de radioenlace (RLC, radio link control), de protocolo de convergencia de datos de paquetes (PDCP, packet data convergence protocol) y/o de control de recursos radioeléctricos (RRC, radio resource control). Una unidad central de procesamiento (CPU, central processing unit)

1004e de los circuitos de banda base 1004 puede estar configurada para ejecutar elementos de la pila de protocolos para la señalización de las capas PHY, MAC, RLC, PDCP y/o RRC. En algunas realizaciones, los circuitos de banda base pueden incluir uno o varios procesadores de señal digital (DSP, digital signal processor) de audio 104f. El o los DSP de audio 104f pueden incluir elementos para compresión/descompresión y cancelación de eco, y pueden incluir otros elementos adecuados de procesamiento en otras realizaciones. Los componentes de los circuitos de banda base pueden combinarse adecuadamente en un único microcircuito, un único conjunto de microcircuitos, o disponerse en una misma placa de circuitos en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, parte o la totalidad de los componentes constituyentes de los circuitos de banda base 1004 y de los circuitos de aplicación 1002 se pueden implementar conjuntamente tal como, por ejemplo, en un sistema en un microcircuito (SOC, system on a chip).

En algunas realizaciones, los circuitos de banda base 1004 pueden servir para comunicación compatible con una o varias tecnologías de radio. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los circuitos de banda base 1004 pueden soportar comunicación con una red de acceso radio terrestre universal evolucionada (EUTRAN) y/o con otras redes de área metropolitana inalámbrica (WMAN), una red de área local inalámbrica (WLAN), una red de área personal inalámbrica (WPAN). Las realizaciones en las que los circuitos de banda base 1004 se configuran para soportar comunicaciones de radio de más de un protocolo inalámbrico se pueden denominar circuitos de banda base multi-modo.

Los circuitos de RF 1006 pueden permitir comunicación con redes inalámbricas utilizando radiación electromagnética modulada a través de un medio no sólido. En varias realizaciones, los circuitos de RF 1006 pueden incluir conmutadores, filtros, amplificadores, etc. para facilitar la comunicación con la red inalámbrica. Los circuitos de RF 1006 pueden incluir una trayectoria de señal de recepción que puede incluir circuitos para la conversión descendente de señales de RF recibidas desde los circuitos FEM 1008 y la provisión de señales de banda base a los circuitos de banda base 1004. Los circuitos de RF 1006 pueden incluir asimismo una trayectoria de señal de transmisión que puede incluir circuitos para la conversión ascendente de señales de banda base proporcionadas por los circuitos de banda base 1004 y la provisión de señales de salida de RF a los circuitos FEM 1008 para transmisión.

En algunas realizaciones, los circuitos de RF 1006 pueden incluir una trayectoria de señal de recepción y una trayectoria de señal de transmisión. La trayectoria de señal de recepción de los circuitos de RF 1006 puede incluir circuitos mezcladores 1006a, circuitos de unificador 1006b y circuitos de filtro 1006c. La trayectoria de señal de transmisión de los circuitos de RF 1006 puede incluir circuitos de filtro 1006c y circuitos mezcladores 1006a. Los circuitos de RF 1006 pueden incluir asimismo circuitos de sintetizador 1006d para sintetizar una frecuencia para su utilización por los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de recepción y la trayectoria de señal de transmisión. En algunas realizaciones, los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de recepción pueden estar configurados para una conversión descendente de señales de RF recibidas desde los circuitos FEM 1008, en base a la frecuencia sintetizada proporcionada por los circuitos de sintetizador 1006d. Los circuitos de amplificador 1006b pueden estar configurados para amplificar las señales sometidas a conversión descendente y los circuitos de filtro 1006c pueden ser un filtro paso bajo (LPF, low-pass filter) o un filtro pasa banda (BPF, band-pass filter) configurados para eliminar señales no deseadas de las señales sometidas a conversión descendente, con el fin de generar señales de banda base de salida. Las señales de banda base de salida pueden ser proporcionadas a los circuitos de banda base 1004 para su posterior procesamiento. En algunas realizaciones, las señales de banda base de salida pueden ser señales de banda base de frecuencia cero, aunque esto no es un requisito. En algunas realizaciones, los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de recepción pueden comprender mezcladores pasivos, aunque el alcance de las realizaciones no se limita a este respecto.

En algunas realizaciones, los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de transmisión pueden estar configurados para la conversión ascendente de señales de banda base de entrada, en base a la frecuencia sintetizada proporcionada por los circuitos de sintetizador 1006d, para generar señales de salida de RF para los circuitos FEM 1008. Las señales de banda base pueden ser proporcionadas por los circuitos de banda base 1004 y pueden ser filtradas por los circuitos de filtro 1006c. Los circuitos de filtro 1006c pueden incluir un filtro paso bajo (LPF), aunque el alcance de las realizaciones no se limita a este respecto.

En algunas realizaciones, los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de recepción y los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de transmisión pueden incluir dos o más mezcladores y pueden estar dispuestos para conversión descendente y/o conversión ascendente en cuadratura, respectivamente. En algunas realizaciones, los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de recepción y los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de transmisión pueden incluir dos o más mezcladores y pueden estar dispuestos para rechazo de la imagen (por ejemplo, rechazo de imagen Hartley). En algunas realizaciones, los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de recepción y los circuitos mezcladores 1006a pueden estar dispuestos para conversión descendente directa y/o conversión ascendente directa, respectivamente. En algunas realizaciones, los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de recepción y los circuitos mezcladores 1006a de la trayectoria de señal de transmisión pueden estar configurados para funcionamiento super-heterodino.

En algunas realizaciones, las señales de banda base de salida y las señales de banda base de entrada pueden ser señales de banda base analógicas, aunque el alcance de las realizaciones no se limita a este respecto. En algunas

realizaciones alternativas, las señales de banda base de salida y las señales de banda base de entrada pueden ser señales de banda base digitales. En estas realizaciones alternativas, los circuitos de RF 1006 pueden incluir circuitos de convertidor analógico a digital (ADC) y de convertidor digital a analógico (DAC) y los circuitos de banda base 1004 pueden incluir una interfaz de banda base digital para comunicar con los circuitos de RF 1006.

- 5 En algunas realizaciones de modo dual, pueden estar dispuestos circuitos IC de radio independientes para procesamiento de señales para cada espectro, aunque el alcance de las realizaciones no se limita a este respecto.

En algunas realizaciones, los circuitos de sintetizador 1006d pueden ser un sintetizador fraccional-N o un sintetizador fraccional N/N+1, aunque el alcance de las realizaciones no se limita a este respecto dado que pueden ser adecuados otros tipos de sintetizadores de frecuencia. Por ejemplo, los circuitos de sintetizador 1006d pueden ser un sintetizador delta-sigma, un multiplicador de frecuencia o un sintetizador que comprende un bucle de seguimiento de fase con un divisor de frecuencia.

- 10

Los circuitos de sintetizador 1006d pueden estar configurados para sintetizar una frecuencia de salida para su utilización por los circuitos mezcladores 1006a de los circuitos de RF 1006 en base a una entrada de frecuencia y a una entrada de control del divisor. En algunas realizaciones, los circuitos de sintetizador 1006d pueden ser un sintetizador fraccional N/N+1.

- 15

En algunas realizaciones, la entrada de frecuencia puede ser proporcionada por un oscilador controlado en tensión (VCO, voltage controlled oscillator), aunque esto no es un requisito. La entrada de control del divisor puede ser proporcionada por cualquiera de los circuitos de banda base 1004 o el procesador de aplicaciones 1002, dependiendo de la frecuencia de salida deseada. En algunas realizaciones, una entrada de control del divisor (por ejemplo, N) se puede determinar a través de una tabla de consulta basada en un canal indicado por el procesador de aplicaciones 1002.

- 20

Los circuitos de sintetizador 1006d de los circuitos de RF 1006 pueden incluir un divisor, un bucle de seguimiento de retardo (DLL, delay-locked loop), un multiplexor y un acumulador de fase. En algunas realizaciones, el divisor puede ser un divisor de módulo dual (DMD, dual modulus divider) y el acumulador de fase puede ser un acumulador de fase digital (DPA, digital phase accumulator). En algunas realizaciones, el DMD puede estar configurado para dividir la señal de entrada por N o N+1 (por ejemplo, en base a una ejecución) para proporcionar una relación de división fraccionaria. En algunas realizaciones de ejemplo, los DLL pueden incluir un conjunto de elementos de retardo en cascada, sintonizables, un detector de fase, una bomba de carga y un biestable de tipo D. En estas realizaciones, los elementos de retardo pueden estar configurados para romper un periodo VCO en Nd paquetes de fase iguales, donde Nd es el número de elementos de retardo en la línea de retardo. De este modo, el DLL proporciona retroalimentación negativa para contribuir a garantizar que el retardo total a través de la línea de retardo es un ciclo de VCO.

- 25
- 30

En algunas realizaciones, los circuitos de sintetizador 1006d pueden estar configurados para generar una frecuencia portadora como la frecuencia de salida, mientras que en otras realizaciones, la frecuencia de salida puede ser un múltiplo de la frecuencia portadora (por ejemplo, el doble de la frecuencia portadora, cuatro veces la frecuencia cortadora) y utilizarse junto con circuitos generadores de cuadratura y divisores, para generar múltiples señales a la frecuencia portadora con múltiples fases diferentes entre sí. En algunas realizaciones, la frecuencia de salida puede ser una frecuencia LO (fLO). En algunas realizaciones, los circuitos de RF 1006 pueden incluir un convertidor IQ/polar.

- 35

Los circuitos FEM 1008 pueden incluir una trayectoria de señal de recepción que puede incluir circuitos configurados para operar sobre señales RF recibidas desde una o varias antenas 1010, amplificar las señales recibidas y proporcionar las versiones amplificadas de las señales recibidas a los circuitos de RF 1006 para su posterior procesamiento. Los circuitos FEM 1008 pueden incluir asimismo una trayectoria de señal de transmisión que puede incluir circuitos configurados para amplificar señales para transmisión proporcionadas por los circuitos de RF 1006 para su transmisión por una o varias de dichas una o varias antenas 1010.

- 40
- 45

En algunas realizaciones, los circuitos FEM 1008 pueden incluir un conmutador TX/RX para conmutar entre un funcionamiento en modo de transmisión y uno en modo de recepción. Los circuitos FEM pueden incluir una trayectoria de señal de recepción y una trayectoria de señal de transmisión. La trayectoria de señal de recepción de los circuitos FEM puede incluir un amplificador de bajo nivel de ruido (LNA, low-noise amplifier) para amplificar señales de RF recibidas y proporcionar las señales RF recibidas amplificadas como una salida (por ejemplo, a los circuitos de RF 1006). La trayectoria de señal de transmisión de los circuitos FEM 1008 puede incluir un amplificador de potencia (PA, power amplifier) para amplificar señales de RF de entrada (por ejemplo, proporcionadas por los circuitos de RF 1006), y uno o varios filtros para generar señales de RF para su posterior transmisión (por ejemplo, por una o varias de dichas una o varias antenas 1010).

- 50

En algunas realizaciones, el dispositivo de UE 1000 puede incluir elementos adicionales tales como, por ejemplo, memoria/almacenamiento, visualizador (por ejemplo, pantalla táctil), cámara, antenas, teclado, micrófono, altavoces, sensor y/o interfaz de entrada/salida (E/S).

- 55

5 Varias técnicas, o determinados aspectos o partes de las mismas, pueden adoptar la forma de código de programa (es decir, instrucciones) incorporado en medios tangibles, tales como disquetes flexibles, memoria de sólo lectura de disco compacto (CD-ROM), discos duros, medio de almacenamiento legible informático no transitorio o cualquier otro medio de almacenamiento legible a máquina donde, cuando el código de programa es cargado en una máquina y ejecutado por la misma, tal como un ordenador, la máquina se transforma en un aparato para practicar las diversas técnicas. Un medio de almacenamiento legible informático no transitorio puede ser un medio de almacenamiento legible informático que no incluye señal. En el caso de ejecución de código de programa en ordenadores programables, el dispositivo informático puede incluir un procesador, un medio de almacenamiento legible por el procesador (incluyendo elementos de almacenamiento y/o de memoria volátil y no volátil), por lo menos un dispositivo de entrada y por lo menos un dispositivo de salida. Los elementos de memoria volátil y no volátil y/o de almacenamiento pueden ser una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura programable borrrable (EPROM, erasable programmable read only memory), una unidad flash, una unidad óptica, un disco duro magnético, un disco de estado sólido o cualquier otro medio para almacenar datos electrónicos. El nodo y el dispositivo inalámbrico pueden incluir asimismo un módulo transceptor (es decir, transceptor), un módulo contador (es decir, contador), un módulo de procesamiento (es decir, procesador) y/o un módulo de reloj (es decir, reloj) o un módulo de temporizador (es decir, temporizador). Uno o varios programas que pueden implementar o utilizar las diversas técnicas descritas en la presente memoria pueden utilizar una interfaz de programación de aplicaciones (API, application programming interface), controles reutilizables y similares. Dichos programas se pueden implementar en un lenguaje por procedimientos de alto nivel o de programación orientada a objetos, para comunicar con un sistema informático. Sin embargo, el programa o programas se pueden implementar en lenguaje ensamblador o máquina, si se desea. En cualquier caso, el lenguaje puede ser un lenguaje compilado o interpretado, y combinado con implementaciones de hardware.

25 Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "circuitos" se puede referir a, formar parte de o incluir un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, Application Specific Integrated Circuit), un circuito electrónico, un procesador (compartido, dedicado o en grupo) y/o una memoria (compartida, dedicada o en grupo) que ejecuta uno o varios programas de software o de software inalterable, un circuito lógico combinacional y/u otros componentes de hardware adecuados que proporcionan la funcionalidad descrita. En algunas realizaciones, los circuitos se pueden implementar en, o funciones asociadas con los circuitos se pueden implementar mediante uno o varios módulos de software o de software inalterable. En algunas realizaciones, los circuitos pueden incluir lógica, por lo menos parcialmente operativa en hardware.

35 Se debe entender que muchas de las unidades funcionales descritas en esta memoria descriptiva se han identificado como módulos, con el fin de enfatizar más particularmente su independencia de la implementación. Por ejemplo, un módulo se puede implementar como un circuito de hardware que comprende circuitos de integración a muy gran escala (VLSI, very-large-scale integration) personalizados o puertas lógicas, semiconductores disponibles tales como microcircuitos lógicos, transistores, u otros componentes discretos. Un módulo puede asimismo estar implementado en dispositivos de hardware programable, tales como matrices de puertas programables in situ, matriz lógica programable, dispositivos lógicos programables o similares.

40 Los módulos se pueden implementar asimismo en software para su ejecución mediante varios tipos de procesadores. Un módulo identificado de código ejecutable puede comprender, por ejemplo, uno o varios bloques físicos o lógicos de instrucciones informáticas que pueden, por ejemplo, estar organizadas como un objeto, procedimiento o función. Sin embargo, los ejecutables de un módulo identificado no tienen por qué estar situados físicamente juntos, sino que pueden comprender instrucciones distintas almacenadas en diferentes emplazamientos que, cuando se unen lógicamente entre sí, comprenden el módulo y consiguen el objetivo establecido para el módulo.

45 Por supuesto, un módulo de código ejecutable puede ser una única instrucción, o muchas instrucciones, y puede incluso estar distribuido sobre varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y a través de varios dispositivos de memoria. Análogamente, los datos de funcionamiento pueden estar identificados y mostrados en la presente memoria dentro de módulos, y se pueden realizar en cualquier forma adecuada y organizarse dentro de cualquier tipo adecuado de estructura de datos. Los datos de funcionamiento pueden estar reunidos como un único conjunto de datos, o pueden estar distribuidos sobre diferentes emplazamientos incluyendo sobre diferentes dispositivos de almacenamiento, y pueden existir, por lo menos parcialmente, tan sólo como señales electrónicas en un sistema o red. Los módulos pueden ser pasivos o activos, incluyendo agentes que funcionan para llevar a cabo funciones deseadas.

55 La referencia en toda esta memoria descriptiva a "un ejemplo" o a medios "a modo de ejemplo" significa que un aspecto, estructura o característica particular descrita en relación con el ejemplo está incluida, por lo menos, en una realización de la presente invención. Por lo tanto, las apariciones de las expresiones "en un ejemplo" o "a modo de ejemplo" en varios lugares en toda esta memoria descriptiva no necesariamente se refieren todas a la misma realización.

60 Tal como se utilizan en la presente memoria, una serie de artículos, elementos estructurales, elementos de composición y/o materiales se pueden presentar en una lista común por comodidad. Sin embargo, estas listas se deberán interpretar como si cada elemento de la lista estuviera identificado individualmente como un elemento

separado y único. Por lo tanto, ningún elemento individual de dicha lista se deberá considerar como equivalente de hecho a cualquier otro elemento de la misma lista basándose exclusivamente en su presentación un grupo común sin indicios de lo contrario. El alcance de la presente invención está determinado solamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5 Además, los aspectos, estructuras o características descritas se pueden combinar de cualquier modo adecuado en una o varias realizaciones. En la siguiente descripción, se dan a conocer numerosos detalles específicos, tales como ejemplos de distribuciones, distancias, ejemplos de red, etc., para proporcionar una comprensión exhaustiva de las realizaciones de la invención que se definen en las reivindicaciones adjuntas.

10 Aunque los ejemplos anteriores son ilustrativos de los principios de la presente invención en una o varias aplicaciones particulares, resultará evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar numerosas modificaciones en la forma, la utilización y los detalles de la implementación, sin el ejercicio de capacidad inventiva, y sin apartarse de los principios y conceptos de la invención. Por consiguiente, la invención no se debe entender como limitada sino por las reivindicaciones expuestas a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de un nodo B evolucionado, eNodoB, que puede funcionar para llevar a cabo transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario para servicio de difusión/multidifusión multimedia, MBMS, comprendiendo el aparato uno o varios procesadores y memoria configurados para:
 - 5 modular una primera señal de canal de multidifusión físico, PMCH, para MBMS con un primer esquema de modulación y codificación, MCS;
modular una segunda señal PMCH para MBMS con un segundo MCS;
multiplexar la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH para formar una señal PMCH agregada; y
 - 10 transmitir la señal PMCH agregada a una serie de UE utilizando superposición no ortogonal multiusuario para MBMS, donde la primera señal PMCH en la señal PMCH agregada es transmitida utilizando bloques de recursos físicos, PRB, que están parcial o totalmente solapados en tiempo y frecuencia con PRB de la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada.
2. El aparato según la reivindicación 1, configurado además para transmitir un parámetro de compensación de potencia a la serie de UE con el fin de permitir a los UE descodificar la señal PMCH agregada, indicando el
15 parámetro de compensación de potencia una relación de división de potencia entre la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada, en el que:
el parámetro de compensación de potencia indica una relación de energía por elemento de recurso, EPRE, PMCH frente a EPRE de señal de referencia, RS, de red de frecuencia única de multidifusión/difusión, MBSFN, para la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH; y
- 20 el parámetro de compensación de potencia indica un valor definido a partir de un conjunto cuantificado de valores de decibelios, dB, negativos que soportan compartición de potencia entre múltiples señales PMCH.
3. El aparato según las reivindicaciones 1 a 2, configurado además para:
transmitir el primer MCS y el segundo MCS a uno o varios UE, en el que un primer UE situado relativamente cerca del eNodoB está configurado para desmodular la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH
25 agregada, en el que un segundo UE situado relativamente lejos del eNodoB está configurado para desmodular solamente la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada; y
transmitir un parámetro de compensación de potencia, el primer MCS y el segundo MCS a la serie de UE utilizando un elemento de información, IE, de configuración PMCH, permitiendo el parámetro de compensación de potencia y las dos instancias de los MCS a los UE descodificar la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal
30 PMCH agregada.
4. El aparato según las reivindicaciones 1 a 3, configurado además para:
aleatorizar la primera señal PMCH utilizando una primera secuencia pseudoaleatoria cuando una primera identidad de aleatorización asignada a la primera señal PMCH es un primer valor definido;
aleatorizar la segunda señal PMCH utilizando una segunda secuencia pseudoaleatoria cuando una segunda
35 identidad de aleatorización asignada a la segunda señal PMCH es un segundo valor definido; y
comunicar la primera identidad de aleatorización y la segunda identidad de aleatorización a la serie de UE para permitir que la serie de UE descodifiquen la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada.
5. El aparato según las reivindicaciones 1 a 4, configurado además para:
40 identificar una primera señal de referencia, RS, de red de frecuencia única de multidifusión/difusión, MBSFN, y una segunda RS MBSFN, donde la primera RS MBSFN está asociada con la primera señal PMCH y la segunda RS MBSFN está asociada con la segunda señal PMCH; y
transmitir la primera RS MBSFN y la segunda RS MBSFN con la señal PMCH agregada a la serie de UE.
6. El aparato según las reivindicaciones 1 a 5, configurado además para: asignar una primera identidad de aleatorización a la primera RS MBSFN y una segunda identidad de aleatorización a la segunda RS MBSFN, en el
45 que la primera RS MBSFN es aleatorizada utilizando la primera identidad de aleatorización y la segunda RS MBSFN es aleatorizada utilizando la segunda identidad de aleatorización, en el que la primera identidad de aleatorización y la segunda identidad de aleatorización son valores predefinidos, en el que una relación de energía por elemento de recurso, EPRE, de PMCH entre la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH es la misma que la relación de
50 EPRE RS MBSFN entre la primera RS MBSFN y la segunda RS MBSFN.

7. El aparato según las reivindicaciones 1 a 6, en el que:

la primera señal PMCH es modulada utilizando modulación de amplitud en cuadratura, QAM, y la primera señal PMCH es una señal designada para un primer UE en la serie de UE; y

5 la segunda señal PMCH es modulada utilizando modulación por desplazamiento de fase en cuadratura, QPSK, y la segunda señal PMCH es interferencia que se utiliza como una señal útil en un segundo UE en la serie de UE.

8. Un aparato de equipo de usuario, UE, que puede funcionar para recibir transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario para servicio de difusión/multidifusión multimedia, MBMS, comprendiendo el aparato uno o varios procesadores y memoria configurados para:

10 recibir, desde un nodo B evolucionado, eNodoB, una señal de canal de multidifusión físico, PMCH, agregada en una transmisión con superposición no ortogonal multiusuario para MBMS, en el que la señal PMCH agregada incluye una primera señal PMCH que está multiplexada con una segunda señal PMCH;

recibir, desde un eNodoB, un parámetro de compensación de potencia que indica una relación de división de potencia entre la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada;

15 recibir, desde el eNodoB, un esquema de modulación y codificación, MCS, para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada;

recibir, desde el eNodoB, una identidad de aleatorización para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada; y

20 descodificar, en el UE, por lo menos una de la primera señal PMCH o la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada utilizando el parámetro de compensación de potencia, el MCS y la identidad de aleatorización para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada,

en el que la primera señal PMCH en la señal PMCH agregada es recibida en el UE utilizando bloques de recursos físicos, PRB, que están parcial o totalmente solapados en tiempo y frecuencia con PRB de la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada.

9. El aparato según la reivindicación 8, en el que:

25 el parámetro de compensación de potencia indica un valor definido a partir de un conjunto cuantificado de valores de decibelio, dB, negativos que soportan compartición de potencia entre múltiples señales PMCH; y

el parámetro de compensación de potencia y el MCS para cada una de la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada son recibidos simultáneamente desde el eNodoB en un elemento de información, IE, de configuración PMCH.

30 10. El aparato según las reivindicaciones 8 a 9, configurado además para:

recibir, desde el eNodoB, una primera señal de referencia, RS, de red de frecuencia única de multidifusión/difusión, MBSFN, asociada con la primera señal PMCH y una segunda RS de MBSFN asociada con la segunda señal PMCH;

recibir, desde el eNodoB, una identidad de aleatorización utilizada para aleatorizar cada una de la primera señal RS MBSFN y la segunda señal de RS MBSFN; y

35 descodificar, en el UE, por lo menos una de la primera RS MBSFN o la segunda RS MBSFN basándose en identidades de aleatorización recibidas desde el eNodoB,

en el que la relación de energía por elemento de recurso, EPRE, de PMCH entre la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH es igual que la relación de EPRE RS MBSFN entre la primera RS MBSFN y la segunda RS MBSFN.

40 11. El aparato según las reivindicaciones 8 a 10, en el que:

la primera señal PMCH es modulada utilizando modulación de amplitud en cuadratura, QAM, y la primera señal PMCH es una señal designada para el UE; o

la segunda señal PMCH es modulada utilizando modulación por desplazamiento de fase en cuadratura, QPSK, y la segunda señal PMCH es interferencia que es utilizada como una señal útil en el UE; o

45 la primera señal PMCH en la señal PMCH agregada es una señal de modulación de orden alto y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada es una señal de modulación de orden bajo.

12. Por lo menos un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio que tiene instrucciones incorporadas en el mismo para realizar transmisiones con superposición no ortogonal multiusuario en un nodo B evolucionado, eNodoB, para servicio de difusión/multidifusión multimedia, MBMS, las instrucciones, cuando son ejecutadas

mediante por lo menos un procesador comprendido en dicho eNodoB, hacen que dicho por lo menos un procesador lleve a cabo un procedimiento de comprende las etapas siguientes:

modular, utilizando por lo menos un procesador del eNodoB, una primera señal de canal de multidifusión físico, PMCH, para MBMS con un primer esquema de modulación y codificación, MCS;

- 5 modular, utilizando por lo menos un procesador del eNodoB, una segunda señal PMCH para MBMS con un segundo MCS;

multiplexar, utilizando dicho por lo menos un procesador del eNodoB, la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH para formar una señal PMCH agregada; y

- 10 transmitir, utilizando dicho por lo menos un procesador del eNodoB, la señal PMCH agregada a una serie de UE utilizando superposición no ortogonal multiusuario para MBMS, en el que la primera señal PMCH en la señal PMCH agregada es transmitida utilizando bloques de recursos físicos, PRB, que están parcial o totalmente solapados en tiempo y frecuencia con PRB de la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada.

- 15 13. El por lo menos un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio según la reivindicación 12, que comprende además instrucciones que cuando son ejecutadas mediante dicho por lo menos un procesador del eNodoB hacen que dicho por lo menos un procesador realice además la etapa siguiente: transmitir un parámetro de compensación de potencia a la serie de UE para permitir a los UE descodificar la señal PMCH agregada, indicando el parámetro de compensación de potencia una relación de división de potencia entre la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada.

- 20 14. El por lo menos un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio según las reivindicaciones 12 a 13, que comprende además instrucciones que cuando son ejecutadas mediante por lo menos un procesador del eNodoB hacen que dicho por lo menos un procesador realice además las etapas siguientes:

transmitir un parámetro de compensación de potencia a la serie de UE para permitir a los UE descodificar la señal PMCH agregada, indicando el parámetro de compensación de potencia una relación de división de potencia entre la primera señal PMCH y la segunda señal PMCH en la señal PMCH agregada; o

- 25 15. El por lo menos un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio según las reivindicaciones 12 a 14, que comprende además instrucciones que cuando son ejecutadas mediante por lo menos un procesador del eNodoB hacen que dicho por lo menos un procesador realice además las etapas siguientes:

identificar una primera señal de referencia, RS, de red de frecuencia única de multidifusión/difusión, MBSFN, y una segunda RS MBSFN, donde la primera RS MBSFN está asociada con la primera señal PMCH y la segunda RS MBSFN está asociada con la segunda señal PMCH; y

- 30 16. El por lo menos un medio de almacenamiento legible a máquina no transitorio según las reivindicaciones 12 a 15, que comprende además instrucciones que cuando son ejecutadas mediante por lo menos un procesador del eNodoB hacen que dicho por lo menos un procesador realice además las etapas siguientes:

transmitir la primera RS MBSFN y la segunda RS MBSFN con la señal PMCH agregada a la serie de UE.

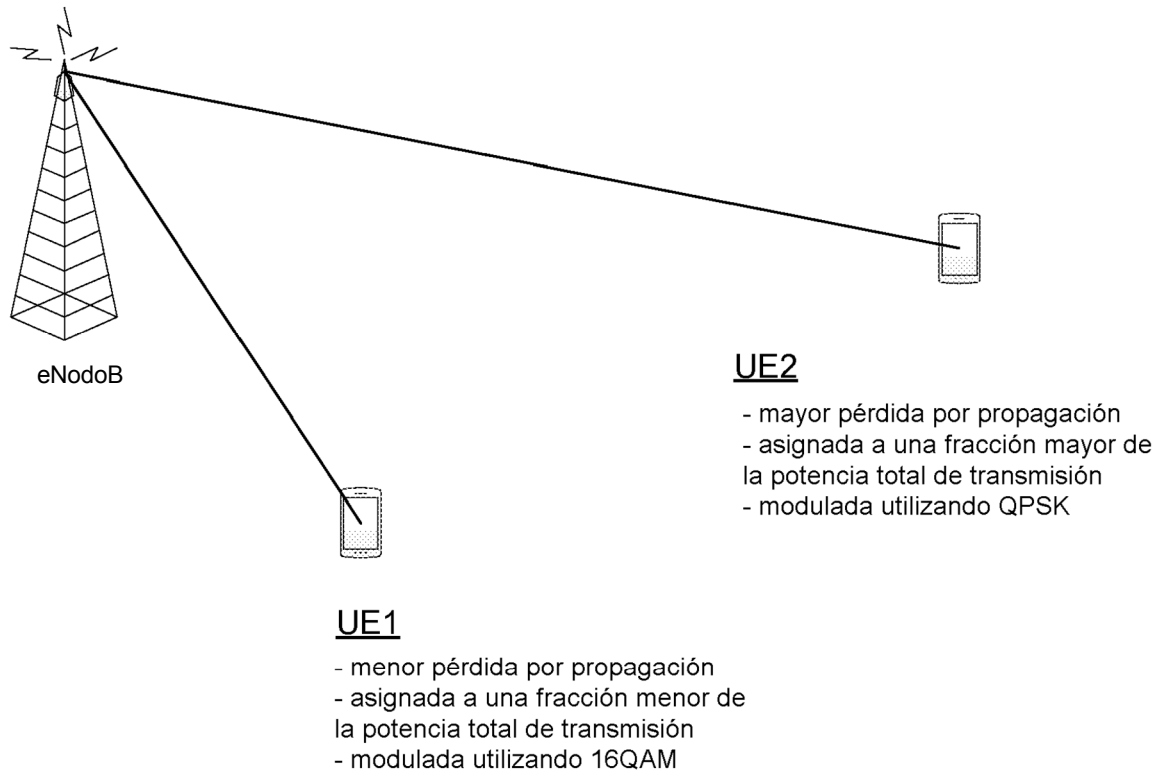


FIG. 1

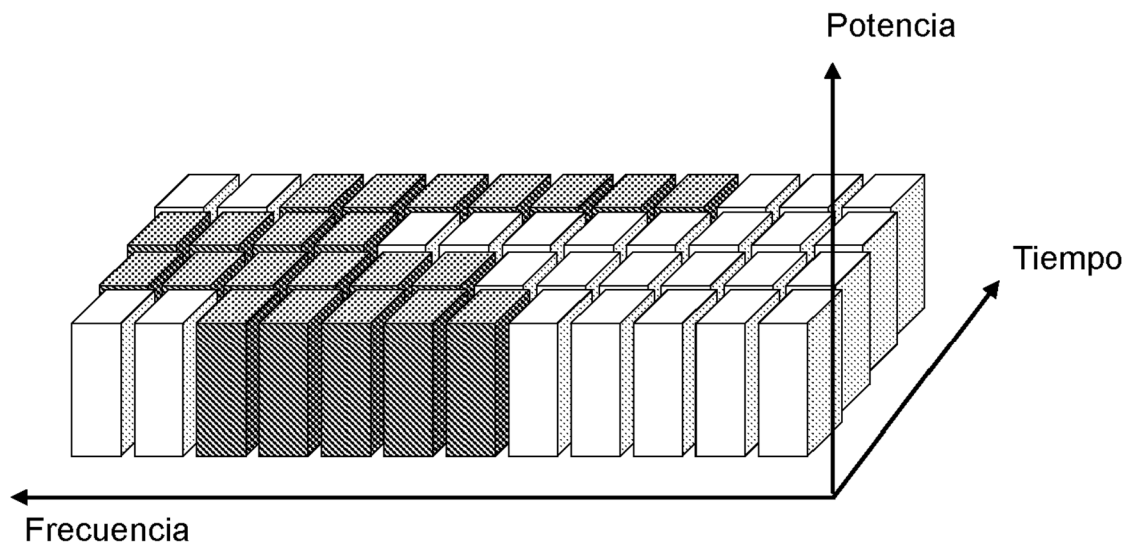


FIG. 2A

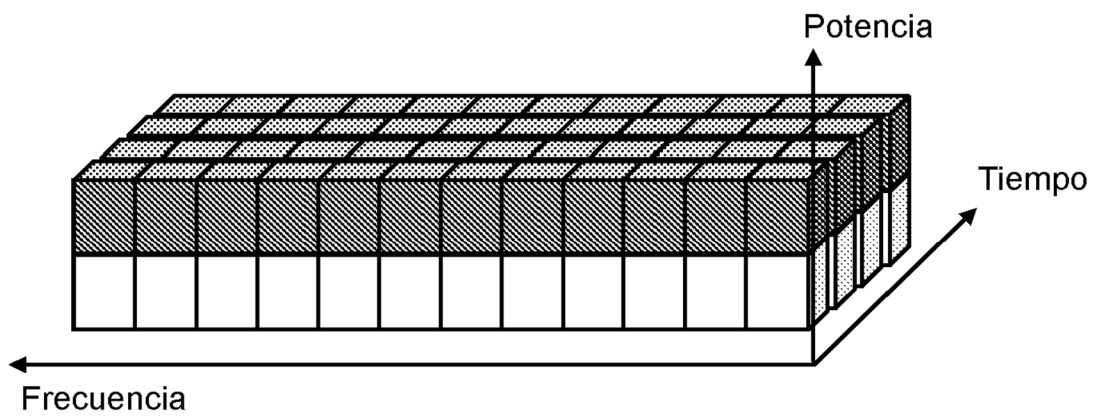


FIG. 2B

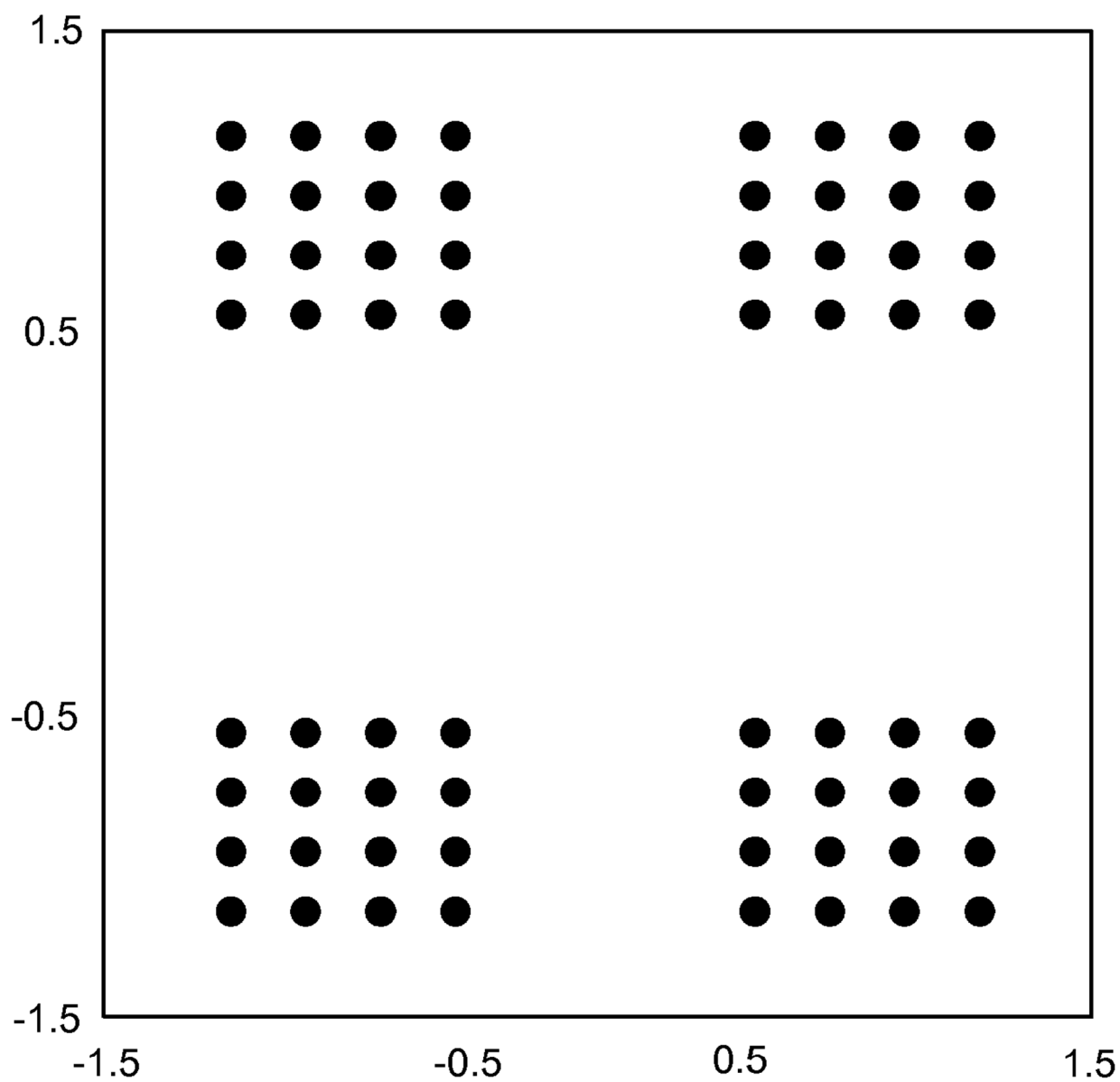


FIG. 3

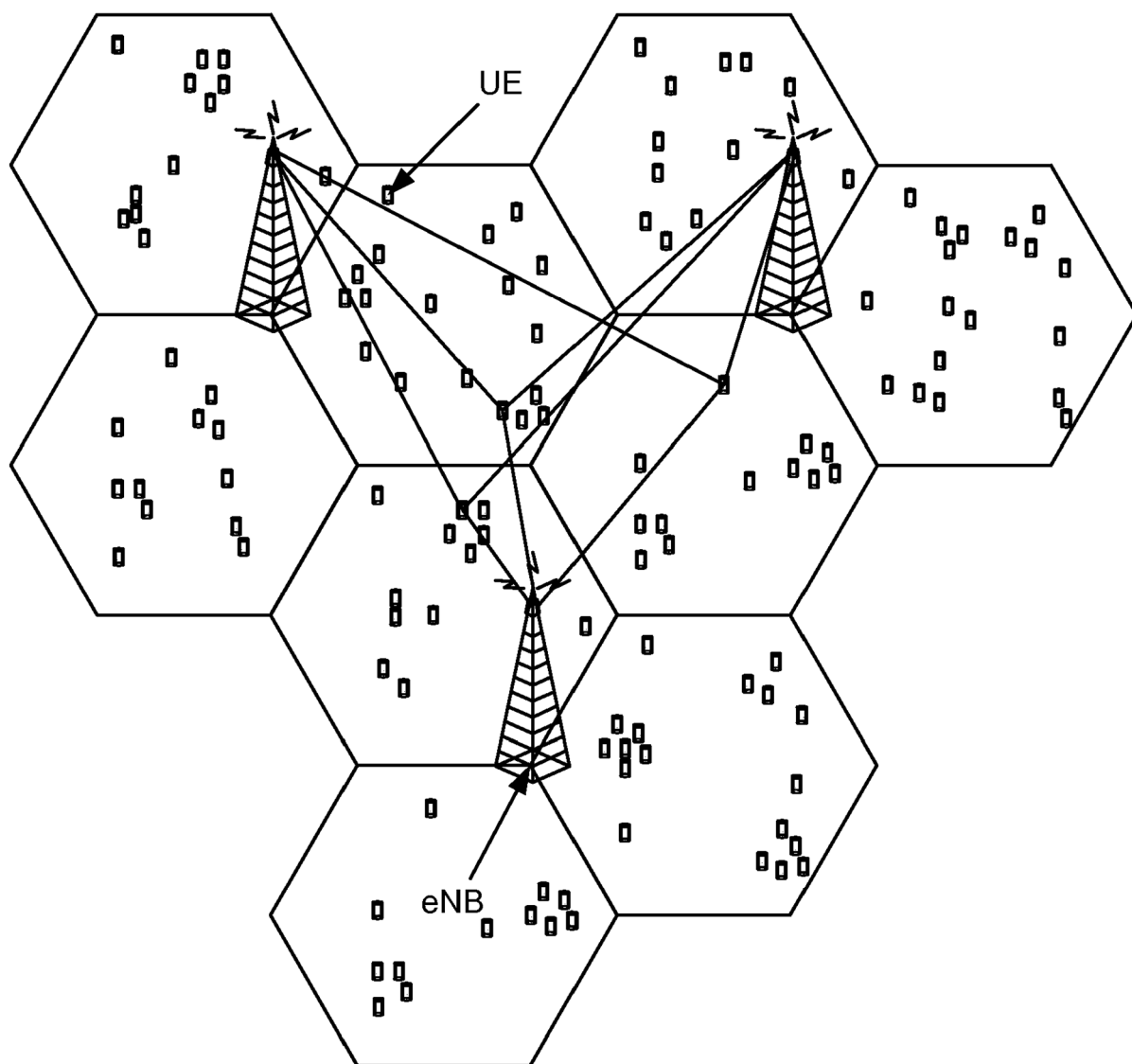


FIG. 4

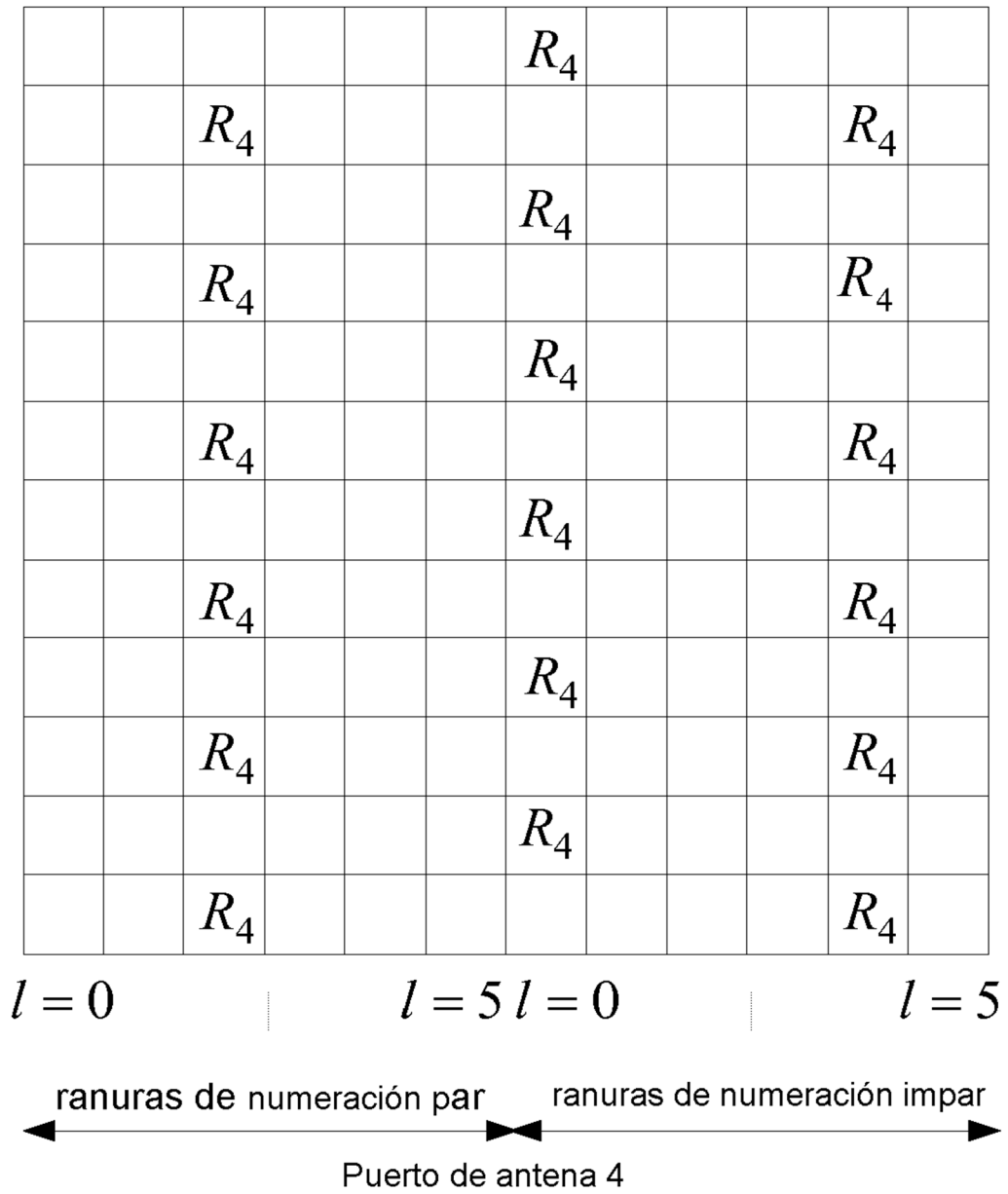


FIG. 5

Elemento de información PMCH-InfoList

```
-- ASN1START

PMCH-InfoList-r9 ::=                SEQUENCE (SIZE (0..maxPMCH-PerMBSFN)) OF PMCH-
Info-r9

PMCH-InfoListExt-r12 ::=            SEQUENCE (SIZE (0..maxPMCH-PerMBSFN)) OF PMCH-
InfoExt-r12

PMCH-InfoExt-r12 ::=                SEQUENCE {
    pmch-Config-r12                  PMCH-Config-r12,
    mbms-SessionInfoList-r12        MBMS-SessionInfoList-r9,
    ...
}

...

PMCH-Config-r12 ::=                SEQUENCE {
    sf-AllocEnd-r12                  INTEGER (0..1535),

    dataMCS-r12                      CHOICE {
        t1-r12                       INTEGER (0..28),
        t2-r12                       INTEGER (0..27)
    },
    mch-SchedulingPeriod-r12         ENUMERATED {
rf512, rf1024},
        ...
    }

-- ASN1STOP
```

FIG. 6

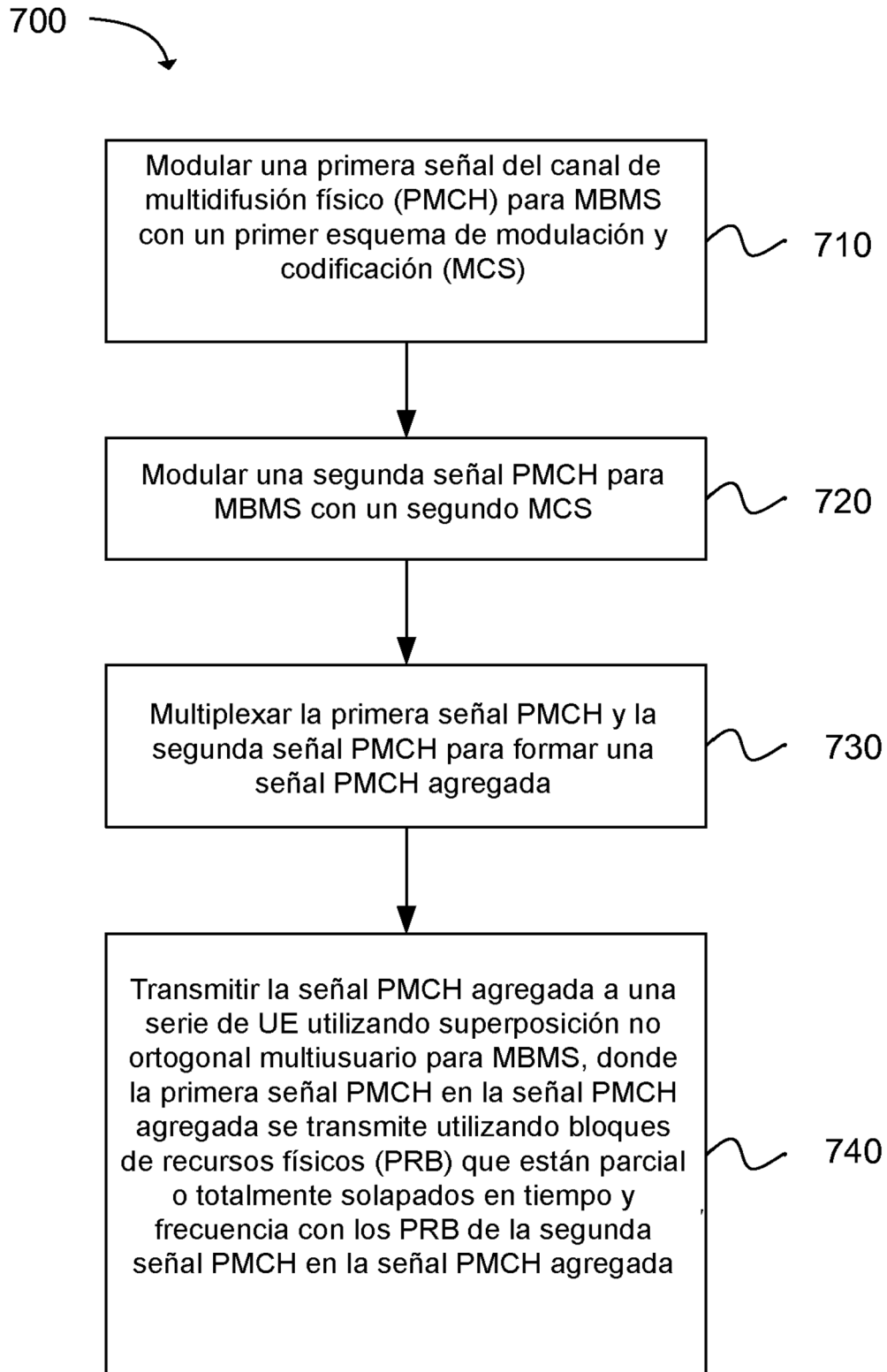


FIG. 7

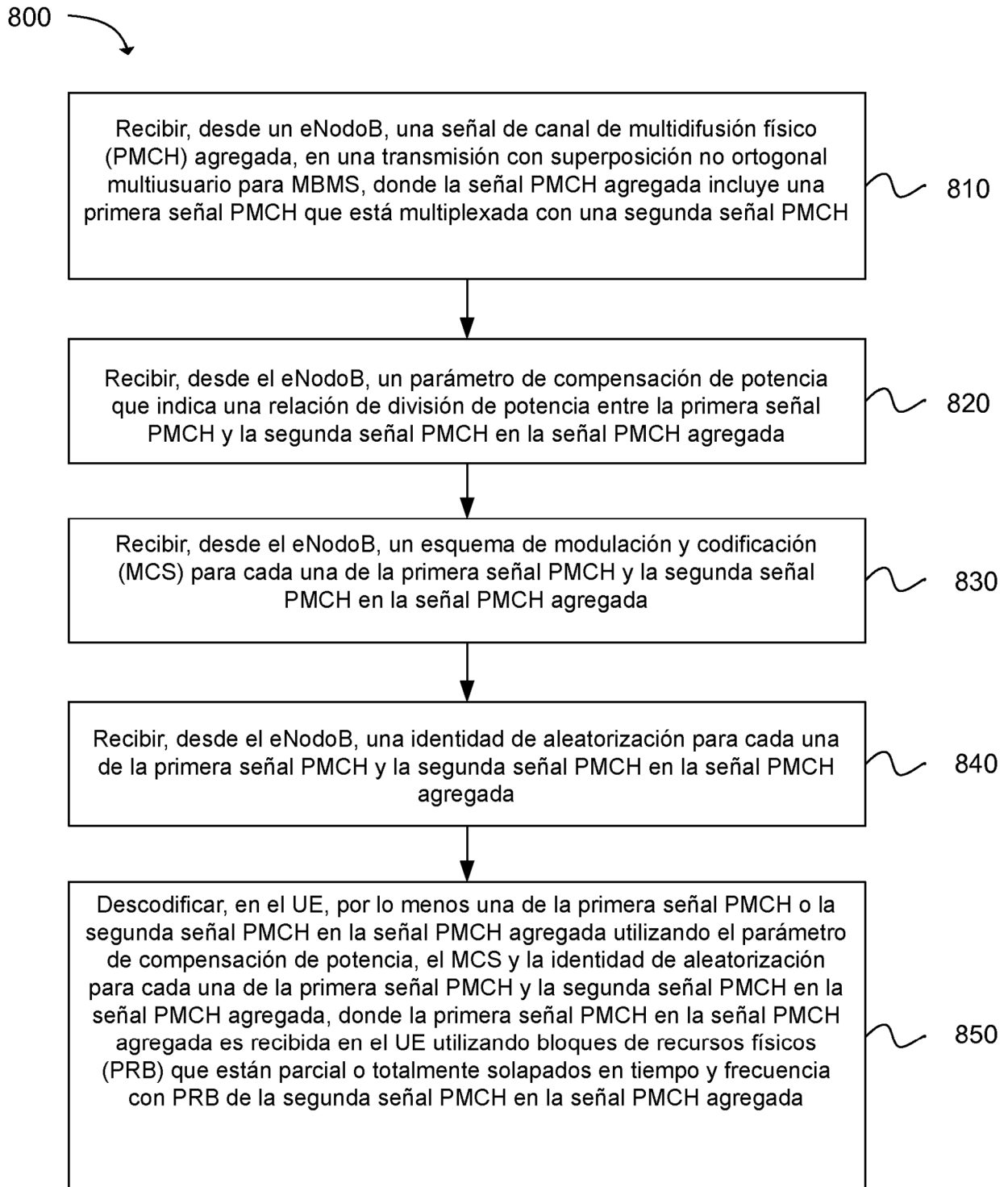


FIG. 8

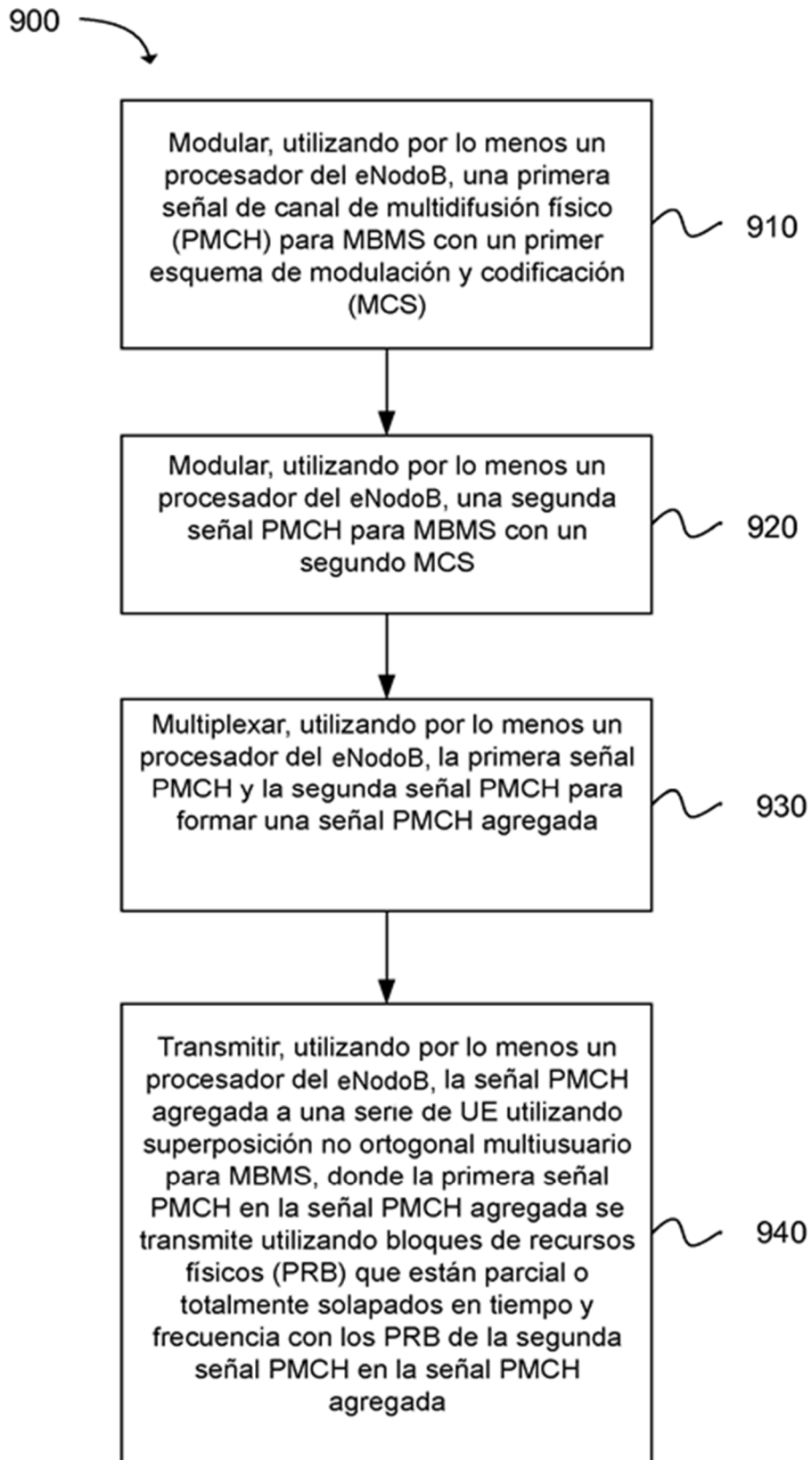


FIG. 9

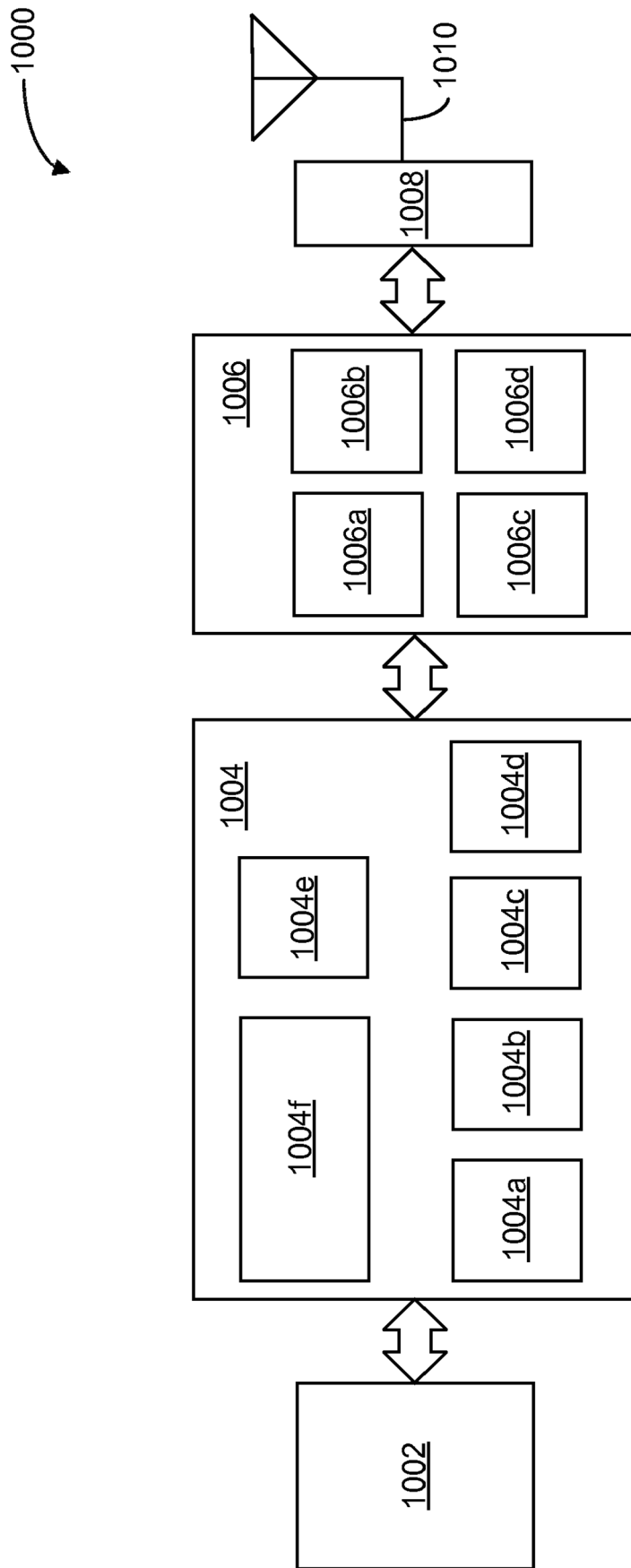


FIG. 10