

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 228**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04J 11/00 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2009 PCT/EP2009/052379**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.09.2010 WO10097121**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2009 E 09779101 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 2401847**

54 Título: **Aparato y método para comunicación de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario empleando desplazamientos cíclicos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.05.2020

73 Titular/es:
**NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS OY
(100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:
**TIROLA, ESA;
HOOLI, KARI y
PAJUKOSKI, KARI**

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 761 228 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

Aparato y método para comunicación de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario empleando desplazamientos cíclicos

5

Campo

Las realizaciones a modo de ejemplo de la invención se refieren, en general, a redes de comunicación inalámbrica y más específicamente, a compartir espacio de desplazamiento cíclico de señales.

10

Antecedentes

La siguiente descripción de antecedentes de la técnica puede incluir ideas, descubrimientos, entendimientos o descripciones, o asociaciones junto con divulgaciones no conocidas por la técnica anterior pertinente de la presente invención pero proporcionadas por la invención. Algunas de tales contribuciones de la invención pueden indicarse específicamente a continuación, mientras que otras tales contribuciones de la invención resultarán evidentes a partir de su contexto.

15

En enlaces de datos, se conoce que la trayectoria de transmisión usada para transmitir señales produce interferencia en telecomunicación. Otra causa principal de errores en comunicación es el ruido térmico. Se requieren métodos de transmisión eficaces con el fin de disminuir los efectos del ruido térmico y la interferencia producidos por la trayectoria de transmisión.

20

En muchos sistemas, se utiliza detección coherente en los receptores. En la detección coherente, la fase de portadora de la señal recibida debe detectarse en el receptor. En detección no coherente, no se requiere información de fase. No obstante, debido a un mejor rendimiento, se usa ampliamente la detección coherente aunque la complejidad del receptor es mayor. Es común añadir una señal de referencia a una señal de carga útil de modo que la señal puede recibirse de manera coherente en un receptor. En algunos sistemas modernos, se usan secuencias de formas de onda de autocorrelación nula de amplitud constante (CAZAC; *constant amplitude zero autocorrelation*) como señales de referencia. Las versiones de desplazamiento cíclico de una secuencia CAZAC tienen alta ortogonalidad entre sí. Por tanto, pueden usarse versiones de desplazamiento cíclico de una secuencia de este tipo como señal de referencia. También pueden usarse otras secuencias, tal como secuencias de autocorrelación nula (ZAC; *Zero-autocorrelation*) buscadas por ordenador.

25

30

La solicitud de patente internacional número de publicación WO 2008/132073 A1 se refiere a cuantificar un desplazamiento cíclico de una señal de referencia como una combinación de un desplazamiento cíclico específico de celda con un resultado de un salto pseudoaleatorio, y una indicación del desplazamiento cíclico específico de celda se retransmite en la celda.

35

La solicitud de patente internacional número de publicación WO 2007/084988 A2 se refiere a técnicas para multiplexar pilotos en una transmisión inalámbrica.

40

La solicitud de patente de Estados Unidos número de publicación US 2007/021075 A1 se refiere a una pluralidad de antenas que transportan respectivamente señales de sincronización que usan una pluralidad de subportadoras y contienen información de control para comunicaciones.

45

Nokia Siemens Networks et al: "Cyclic shift value definition for PUSCH demodulation RS", borrador 3GPP, R1-081444 se refiere a proponer una definición para valores de desplazamiento cíclico para PUSCH DM RS con diferentes anchos de banda y los valores de desplazamiento cíclico señalados.

50

Nokia Siemens Networks et al: "UL DM RS for Multi-bandwidth Multi-user MIMO", borrador 3GPP, R1-074865 se refiere a una mejora para operación MU-MIMO proporcionando propiedades disminuidas de correlación mutua entre señales de referencia de diferentes usuarios de MU-MIMO.

55

LG Electronics: "Uplink MIMO transmission for LTE-Advanced", borrador 3GPP, R1-084199 se refiere a introducir una vista de alto nivel para esquemas UL MIMO de TxD, multiplexación espacial de lazo cerrado/lazo abierto y MU-MIMO, y describir las maneras de diseño para la señal de referencia de enlace ascendente que soporta el número extendido de antenas.

60

Sumario

La presente invención se define por las reivindicaciones independientes adjuntas. Ciertos aspectos más específicos se definen por las reivindicaciones dependientes.

65

Lo siguiente presenta un sumario simplificado de la invención con el fin de proporcionar un entendimiento básico de algunos aspectos de la invención. Este sumario no es una perspectiva general detallada de la invención. No pretende

identificar elementos claves/críticos de la invención o perfilar el alcance de la invención. Su único propósito es presentar algunos conceptos de la invención en una forma simplificada como un preludio a la descripción más detallada que se presenta más adelante.

5 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato que comprende: uno o más puertos de antena; y un procesador configurado para compartir un espacio de desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario que utiliza transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario aplicando un valor de incremento de desplazamiento cíclico entre señales de referencia de diferentes puertos de antena o capas espaciales de la transmisión de equipo de usuario.

10 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método que comprende: compartir un espacio de desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario que utiliza transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario aplicando un valor de incremento de desplazamiento cíclico entre señales de referencia de diferentes puertos de antena o capas espaciales de la transmisión de equipo de usuario.

15 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato que comprende: un procesador configurado para controlar el desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario que utiliza transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario determinando un valor de incremento de desplazamiento cíclico entre señales de referencia de diferentes equipos de usuario, puertos de antena o capas espaciales de la transmisión de equipo de usuario.

20 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un método que comprende: controlar el desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario que utiliza transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario determinando un valor de incremento de desplazamiento cíclico entre señales de referencia de diferentes equipos de usuario, puertos de antena o capas espaciales de la transmisión de equipo de usuario.

25 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona una memoria legible por ordenador que incorpora un programa de instrucciones que puede ejecutar un procesador para realizar acciones dirigidas a compartir un espacio de desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario que utiliza transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario, comprendiendo las acciones: aplicar un valor de incremento de desplazamiento cíclico entre señales de referencia de diferentes puertos de antena o capas espaciales de la transmisión de equipo de usuario.

30 Según otro aspecto más de la invención, se proporciona una memoria legible por ordenador que incorpora un programa de instrucciones que puede ejecutar un procesador para realizar acciones dirigidas a controlar el desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario que utiliza transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario, comprendiendo las acciones: determinar un valor de incremento de desplazamiento cíclico entre señales de referencia de diferentes equipos de usuario, puertos de antena o capas espaciales de la transmisión de equipo de usuario.

40 **Lista de dibujos**

Se describen a continuación realizaciones de la presente invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

- 45 la figura 1 muestra un diagrama de bloques simplificado que ilustra una arquitectura de sistema a modo de ejemplo; la figura 2 ilustra un ejemplo de la estructura de trama de transmisión LTE avanzada de enlace ascendente; la figura 3 ilustra un ejemplo de los desplazamientos cíclicos disponibles para una secuencia ZC que tiene una longitud de 12 símbolos;
- 50 la figura 4 ilustra ejemplos de aparatos según realizaciones de la invención; las figuras 5A y 5B son diagramas de señalización que ilustran realizaciones de la invención; las figuras 6A, 6B, 6C y 6D ilustran ejemplos de la transmisión de señales de referencia; las figuras 7A, 7B, 7C y 7D ilustran realizaciones de la invención; y las figuras 8A y 8B son diagramas de flujo que ilustran realizaciones de la invención.

55 **Descripción de algunas realizaciones**

A continuación se describirán realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención más completamente en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran algunas, pero no todas las realizaciones de la invención. De hecho, la invención puede realizarse en muchas formas diferentes y no deben interpretarse como limitativas de las realizaciones expuestas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan de modo que esta divulgación satisfaga los requisitos legales aplicables. Aunque la memoria descriptiva puede referirse a "una" o "algunas" realización(es) en varias ubicaciones, esto no significa necesariamente que cada tal referencia sea a la(s) misma(s) realización(es), o que la característica solo se aplique a una única realización. También pueden combinarse características únicas de diferentes realizaciones para proporcionar otras realizaciones.

Las realizaciones de la presente invención se pueden aplicar a cualquier terminal de usuario, servidor, componente correspondiente, y/o a cualquier sistema de comunicación o cualquier combinación de diferentes sistemas de comunicación que utilizan señales de referencia y desplazamiento cíclico de señales de referencia. El sistema de comunicación puede ser un sistema de comunicación inalámbrica o un sistema de comunicación que utiliza tanto redes fijas como redes inalámbricas. Los protocolos usados y las especificaciones de sistemas de comunicación, servidores y terminales de usuario, especialmente en comunicación inalámbrica, se desarrollan rápidamente. Tal desarrollo puede requerir cambios adicionales en una realización. Por tanto, todas las palabras y expresiones deben interpretarse ampliamente y pretenden ilustrar, no limitar, la realización.

En lo sucesivo, se describirán diferentes realizaciones usando, como ejemplo de una arquitectura de sistema a la que pueden aplicarse las realizaciones, una arquitectura basada en el sistema UMTS de comunicación inalámbrica de tercera generación (sistema universal de telecomunicaciones móviles; *Universal Mobile Telecommunication System*), no obstante, sin limitar la realización en una arquitectura de este tipo.

Se ilustra una arquitectura general de un sistema de comunicación en la figura 1. La figura 1 es una arquitectura de sistema simplificada que muestra solo algunos elementos y entidades funcionales, siendo todas unidades lógicas cuya implementación puede diferir de lo que se muestra. Las conexiones mostradas en la figura 1 son conexiones lógicas; las conexiones físicas reales pueden ser diferentes. Es evidente para un experto en la técnica que los sistemas también comprenden otras funciones y estructuras. Debe apreciarse que las funciones, estructuras, elementos y protocolos usados en o para comunicación de grupo son irrelevantes para la presente invención. Por tanto, no necesitan explicarse en más detalle en el presente documento.

La figura 1 muestra dos estaciones base o nodos B 100 y 102. Las estaciones 100 y 102 base se conectan a un servidor 104 común de la red. El servidor 104 común puede incluir un servidor 120 de operación y mantenimiento (O&M) y un servidor 122 de gestión de movilidad. Normalmente, las funcionalidades del servidor O&M incluyen, por ejemplo, ubicación de recursos de radio de nivel de celda inicial y monitorización de rendimiento. Las funcionalidades del servidor de gestión de movilidad pueden tener en cuenta el enrutamiento de las conexiones del equipo de usuario. Las conexiones entre los nodos B y los servidores pueden implementarse usando conexiones de protocolo de Internet (IP; *Internet Protocol*).

La red de comunicación puede comprender además una red 106 central conectada al servidor 104 común.

La figura 1 muestra una comunicación 112 del equipo 110 de usuario con el nodo B 100 y una comunicación 116, 118 del equipo 114 de usuario con los nodos B 100 y 102. El equipo de usuario se refiere a un dispositivo informático móvil. Tales dispositivos informáticos incluyen dispositivos de comunicación móvil inalámbrica que funcionan con o sin un módulo de identificación de abonado (SIM; *subscriber identification module*), que incluye, pero no se limita a, los siguientes tipos de dispositivos: teléfono móvil, teléfono inteligente, asistente digital personal (PDA; *personal digital assistant*), microteléfono, ordenador portátil.

La figura 1 solo ilustra un ejemplo simplificado. En la práctica, la red puede incluir más estaciones base y controladores de red de radio, y pueden formarse más celdas mediante las estaciones base. Las redes de dos o más operadores pueden solaparse, los tamaños y formas de las celdas pueden variar de lo representado en la figura 1, etc.

Debe apreciarse que existe la posibilidad de que las estaciones base o nodos B también puedan conectarse a elementos de la red central directamente (no mostrado en la figura). Dependiendo del sistema, la contrapartida en el lado de red central puede ser un centro de comunicación de servicios móviles (MSC; *mobile switching centre*), una pasarela de servicio (MGW; *media gateway*), o un nodo de soporte de GPRS (servicio de radio por paquetes general; *general packet radio service*) de servicio (SGSN; *serving GPRS support node*), pasarela de nodo B doméstico (HNB-GW; *home node B gateway*), pasarela de núcleo de paquetes mejorado y entidad de gestión de movilidad (MME/EPC-GW; *mobility management entity and enhanced packet core gateway*), etc. También es posible una comunicación directa entre diferentes nodos B por la interfaz aérea implementando un concepto de nodo de retransmisión, en donde un nodo de retransmisión puede considerarse como un nodo B especial que tiene enlaces terrestres inalámbricos o, por ejemplo, interfaces X2 y SI retransmitidas por la interfaz aérea por otro nodo B. El sistema de comunicación también se puede comunicar con otras redes, tal como una red telefónica conmutada pública.

Las realizaciones, no obstante, no se limitan a la red dada anteriormente como ejemplo, sino que un experto en la técnica puede aplicar la solución a otras redes de comunicación dotadas de las propiedades necesarias. Por ejemplo, pueden realizarse las conexiones entre diferentes elementos de red con conexiones de protocolo de Internet (IP).

En una realización, el equipo 110 de usuario se comunica con la estación base usando múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario (SU-MIMO; *single user multiple input multiple output*). En SU-MIMO, el equipo de usuario utiliza más de una antena para comunicarse con las estaciones base. Normalmente, el número de antenas puede ser de dos a cuatro. No obstante, el número de antenas no está limitado a ningún número específico. SU-MIMO se ha sugerido que debe aplicarse en el sistema de comunicación LTE avanzada (evolución a largo plazo avanzada; *Long Term Evolution - Advanced*) que es una evolución del sistema de LTE actualmente en desarrollo. La LTE avanzada

está investigándose por un 3GPP (proyecto de asociación de tercera generación; *Third Generation Partnership Project*) del consorcio internacional.

5 En una realización, se utilizan múltiples entradas y múltiples salidas de usuario múltiple (MU-MIMO; *Multi-User Multiple Input Multiple Output*) en el sistema. En MU-MIMO, múltiples usuarios en una celda están utilizando los mismos recursos de transmisión.

10 Otra tecnología que se planea usar en el sistema de LTE avanzada es multipunto coordinado (CoMP; *Coordinated Multi-Point*). CoMP aplicada en el sentido de transmisión de enlace ascendente implica la recepción de la transmisión de equipo de usuario en múltiples puntos separados geográficamente.

Un aspecto importante al diseñar SU-MIMO, MU-MIMO y CoMP es la realización de señales de referencia usadas en la transmisión para ayudar a la recepción coherente en el receptor.

15 En los sistemas de LTE y LTE avanzada, se usan secuencias CAZAC de Zadoff-Chu (ZC) y secuencias modificadas ZC como señales de referencia o señales piloto. Las secuencias ZC modificadas comprenden secuencias ZC extendidas y truncadas y secuencias de autocorrelación nula (ZAC) buscadas por ordenador.

20 La figura 2 ilustra un ejemplo de la estructura de trama de la transmisión de LTE avanzada de enlace ascendente. La trama comprende 20 ranuras de tiempo, numeradas de 0 a 19. Se define una subtrama como dos ranuras de tiempo consecutivas, en donde la subtrama i comprende las ranuras de tiempo $2i$ y $2i + 1$. En cada ranura de tiempo, se transmiten de uno a tres bloques de señal de referencia.

25 En el presente sistema de LTE, diferentes equipos de usuario que transmiten señales de control no asociadas a datos en una celda utilizan la misma secuencia ZC que una señal de referencia. La secuencia ZC usada puede denominarse secuencia madre o secuencia raíz. Las transmisiones de diferentes equipos de usuario se separan aplicando diferentes desplazamientos cíclicos de la secuencia ZC. Además, puede aplicarse ensanchamiento de nivel de bloque para separar señales de referencia entre sí. La ortogonalidad de señales de referencia se limita por las propiedades de las secuencias ZC, retardo de ensanchamiento (con respecto a desplazamientos cíclicos) y Doppler (con respecto a ensanchamiento de nivel de bloque).

30 La figura 3 ilustra los desplazamientos cíclicos disponibles para una secuencia ZC que tiene una longitud de 12 símbolos. Los desplazamientos cíclicos pueden mostrarse como un reloj en donde diferentes desplazamientos están marcados como 0, 1, 2, 3,..., 11. Debido a las propiedades de autocorrelación de las secuencias ZC, la mejor ortogonalidad se obtiene entre los desplazamientos cíclicos que tienen la diferencia más grande en el dominio de desplazamiento cíclico. Por tanto, desplazamientos opuestos (CS0 y CS6 o CS3 y CS9, por ejemplo) en el reloj, conducen a la mejor ortogonalidad. La peor ortogonalidad se da entre desplazamientos cíclicos adyacentes (CS1 y CS0 o CS2, por ejemplo).

40 En una especificación de LTE actual, el componente específico de equipo de usuario del desplazamiento cíclico de una señal de referencia de equipo de usuario se basa en la tabla siguiente

TABLA 1

Campo de desplazamiento cíclico	Ranura de desplazamiento cíclico
000	0
001	6
010	3
011	4
100	2
101	8
110	10
111	9

45 en donde el campo de desplazamiento cíclico es un parámetro a partir de capas superiores y la ranura de desplazamiento cíclico describe el desplazamiento seleccionado en el reloj de la figura 3.

50 La figura 4 ilustra ejemplos de aparatos según las realizaciones de la invención. La figura 4 muestra un equipo 110 de usuario configurado para estar en una conexión en un canal 112 de comunicación con una estación 100 base. El equipo 110 de usuario comprende un controlador 400 conectado de manera operativa a una memoria 402 y un transceptor 404. El controlador 400 controla el funcionamiento del equipo de usuario. La memoria 402 está configurada para almacenar datos y software. El transceptor está configurado para establecer y mantener una conexión inalámbrica con una estación 100 base. El transceptor está conectado de manera operativa a un conjunto de puertos 406 de antena conectados a una disposición 408 de antena. La disposición de antena puede comprender un conjunto de antenas. El número de antenas puede ser de dos a cuatro por ejemplo. El número de antenas no está limitado a ningún número en particular.

5 La estación base o nodo B 100 comprende un controlador 410 conectado de manera operativa a una memoria 412 y un transceptor 414. El controlador 408 controla el funcionamiento de la estación base. La memoria 412 está configurada para almacenar datos y software. El transceptor 414 está configurado para establecer y mantener una conexión inalámbrica con un equipo de usuario dentro de la zona de servicio de la estación base. El transceptor 414 está conectado de manera operativa a una disposición 416 de antena. La disposición de antena puede comprender un conjunto de antenas. El número de antenas puede ser de dos a cuatro, por ejemplo. El número de antenas no está limitado a cualquier número en particular.

10 La estación base puede conectarse de manera operativa a otro elemento 418 de red del sistema de comunicación. El elemento 418 de red puede ser, por ejemplo, un controlador de red de radio, otra estación base, una pasarela, o un servidor. La estación base puede conectarse a más de un elemento de red. La estación 100 base puede comprender una interfaz 420 configurada para establecer y mantener la conexión con el elemento de red. El elemento 418 de red puede comprender un controlador 422 y una memoria 424 configurada para almacenar datos y software y una interfaz 426 configurada para estar en conexión con la estación base. En una realización, el elemento de red está conectado a la estación base a través de otro elemento de red.

20 En una realización, el equipo de usuario está configurado para utilizar transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario (SU-MIMO) en el canal 112 de comunicación con la estación base. En SU-MIMO, la disposición de antena comprende un conjunto de antenas o un grupo de antenas configurado para formar más de un flujo de transmisión. Los flujos de transmisión, tal como un experto en la técnica sabe muy bien, pueden obtenerse usando varias antenas, haces de antena o codificación adecuada. En una realización, se aplican múltiples capas espaciales en el equipo de usuario. En otra realización, los flujos de transmisión se usan para transmitir diversidad de antena. El método con el que se realiza la transmisión SU-MIMO no es relevante con respecto a las realizaciones de la invención.

30 Cuando SU-MIMO se usa en un equipo de usuario, los múltiples flujos de transmisión pueden comprender señales de referencia separadas. En una realización, el equipo de usuario está configurado para compartir un espacio de desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario aplicando un valor de incremento de desplazamiento cíclico Δ_{CS}^{DMRS} entre señales de referencia de diferentes puertos de antena o capas espaciales de la transmisión de equipo de usuario.

35 En una realización, los desplazamientos cíclicos de señales de referencia de equipo de usuario se controlan mediante un elemento de red, tal como la estación 100 base o un elemento 418 de red. El elemento de red puede configurarse para determinar valor de incremento de desplazamiento cíclico configurable Δ_{CS}^{DMRS} según criterios dados y el valor seleccionado puede transmitirse al equipo de usuario a través de un enlace inalámbrico.

40 Es posible determinar el valor de incremento de desplazamiento cíclico Δ_{CS}^{DMRS} para que sea común en una celda dada, o múltiples celdas. Esto se aplica especialmente cuando se usa multipunto coordinado. Alternativamente, es posible definir el incremento de desplazamiento cíclico de una manera específica de UE.

45 En una realización, en la que se aplica planificación de múltiples entradas y múltiples salidas de usuario múltiple (MU-MIMO) y/o multipunto coordinado (CoMP) en el sentido de transmisión de enlace ascendente, el elemento de red está configurado para determinar el valor de incremento de desplazamiento cíclico configurable Δ_{CS}^{DMRS} y priorizar la separación de desplazamiento cíclico entre las señales de referencia de diferentes usuarios en la zona de CoMP. En este caso, el valor de incremento de desplazamiento cíclico puede determinarse según la fórmula

$$\Delta_{CS}^{DMRS} = \min \left(\left\lfloor \frac{N_{CS}}{M \cdot N_{tx}} \right\rfloor, CS_{\min} \right), \quad (\text{Ecu. 1})$$

50 en donde N_{CS} es el número total de desplazamientos cíclicos disponibles, M es el número de celdas o unidades móviles, CS_{\min} es la mínima separación de desplazamiento cíclico soportada, y N_{tx} es el máximo número de señales de referencia por equipo de usuario. $\lfloor \cdot \rfloor$ indica la función piso, en donde la salida de la función es el mayor número entero mayor que el argumento de la función.

55 El elemento de red puede configurarse para almacenar los valores requeridos necesarios en la determinación en una memoria. Por ejemplo, si la estación 100 base determina el valor de incremento de desplazamiento cíclico, el procesador 410 y la memoria 412 se utilizan en la determinación. De manera correspondiente, si el elemento 418 de red determina el valor de incremento de desplazamiento cíclico, el procesador 422 y la memoria 424 se utilizan en la

determinación.

5 En una realización, N_{CS} es igual a 12. N_{CS} puede cuantificarse a un valor de 12 incluso si la longitud de una señal de referencia es mayor que 12 elementos. M puede indicar el número de celdas que pertenecen a la zona de multipunto coordinado. Alternativamente, M puede indicar la cantidad de equipos de usuario en la celda o en la zona de multipunto coordinado que se soportan para MIMO con los mismos recursos. Por ejemplo, el sistema puede soportar tres usuarios teniendo cada uno dos antenas. CS_{min} puede definirse como $CS_{min} \in \{1, 2, \dots, (N_{CS} - 1)\}$.

10 En el caso en el que se usa ensanchamiento de nivel de bloque como el esquema de ortogonalización principal entre señales de referencia del mismo equipo de usuario que utiliza SU-MIMO, Δ_{CS}^{DMRS} puede definirse suponiendo un

máximo $\left(\frac{N_{LX}}{N_{SF}^{DMRS}} \right)$ de señales de referencia por equipo de usuario (en lugar de N_{tx}). En el presente documento N_{SF}^{DMRS} es la longitud del código de ensanchamiento de bloque.

15 Alternativamente, puede aplicarse un recurso de desplazamiento cíclico dedicado por antena de transmisor o capa espacial también en el caso en que se aplica ensanchamiento de bloque. En esta disposición que proporciona las propiedades de buena ortogonalidad entre las señales de referencia, se define Δ_{CS}^{DMRS} suponiendo un máximo

de N_{tx} señales de referencia por equipo de usuario (en lugar de $\left(\frac{N_{LX}}{N_{SF}^{DMRS}} \right)$).

20 En una realización, en donde cuando se prioriza la separación de desplazamiento cíclico entre las señales de referencia del mismo equipo de usuario, el elemento de red puede configurarse para determinar el valor de incremento de desplazamiento cíclico configurable Δ_{CS}^{DMRS} según la fórmula

$$\Delta_{CS}^{DMRS} = \min \left(\left\lfloor \frac{N_{CS}}{N_{LX}} \right\rfloor, CS_{min} \right), \quad (\text{Ecu. 2})$$

25 en donde N_{CS} es el número total de desplazamientos cíclicos disponibles, CS_{min} es la mínima separación de desplazamiento cíclico soportada, y N_{LX} es el máximo número de señales de referencia por equipo de usuario.

30 En las ecuaciones 1 y 2, la expresión N_{LX} puede depender de la configuración SU-MIMO aplicada. En esquemas de lazo abierto en los que se aplican diversidad de transmisión y multiplexación espacial, N_{LX} es igual al número de antenas de transmisión. En esquemas de lazo cerrado, en los que se aplican codificación previa de único flujo y codificación previa de múltiples flujos, existen dos alternativas. Con una señal de referencia codificada previamente de haz específico, N_{LX} es igual al número de flujos espaciales. Con una señal de referencia de antena específica, N_{LX} es igual al número de antenas de transmisión.

35 En una realización, la estación base o el elemento de red pueden transmitir el valor de incremento de desplazamiento cíclico determinado Δ_{CS}^{DMRS} al equipo de usuario. Los diagramas de señalización de las figuras 5A y 5B ilustran la señalización requerida.

40 En el ejemplo de la figura 5A, la estación 100 base determina 500 el valor de incremento de desplazamiento cíclico y transmite 502 el valor al equipo 110 de usuario. El equipo 110 de usuario y la estación 100 base pueden entonces aplicar 504 el valor. Si el elemento de red que determinó el valor de incremento de desplazamiento cíclico no es la estación base, el elemento puede transmitir el valor al equipo de usuario a través de la estación base. Esto se ilustra en el ejemplo de la figura 5B. El elemento 418 de red determina 506 el valor de incremento de desplazamiento cíclico y transmite 508 el valor a la estación 100 base. La estación 100 base transmite 510 el valor adicionalmente al equipo 45 110 de usuario. Entonces el equipo 110 de usuario y la estación 100 base pueden aplicarlo 512.

En una realización, una estación base envía el valor a través del sistema información retransmitido. En otra realización, el valor se envía usando una señalización de capa superior específica de equipo de usuario. Tal como se explica a continuación, no se necesita Δ_{CS}^{DMRS} cuando se define el desplazamiento cíclico para el primer elemento de

antena de equipo de usuario. También se observa que la señalización de desplazamiento cíclico dinámico transportada en formato DCI 0 puede mantenerse sin cambios, en comparación con los sistemas de LTE de la técnica anterior, tal como el *Release 8* de LTE.

- 5 En una realización, el equipo 110 de usuario y la estación 100 base se configuran para determinar el desplazamiento cíclico específico de la capa espacial o la antena de transmisión $n_{CS}(n_{tx})$ según la fórmula siguiente:

$$n_{CS}(n_{tx}) = \left(n_{DMRS}^{(1)} + n_{DMRS}^{(2)} + n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx}) + n_{PRS} \right) \bmod 12, \quad (\text{Ecu. 3})$$

- 10 en la que $n_{DMRS}^{(1)}$ es un valor retransmitido específico de celda, $n_{DMRS}^{(2)}$ es un valor específico de equipo de usuario dado mediante la asignación de planificación de enlace ascendente de la forma dada por la Tabla 1. El cuarto término n_{PRS} es un valor pseudoaleatorio específico de celda y viene dado por

$$n_{PRS} = \sum_{i=0}^7 c(i) \cdot 2^i,$$

- 15 en donde la secuencia pseudoaleatoria $c(i)$ es una secuencia *Gold* de longitud 31, tal como se define por la especificación TS 36.211, sección 7.2 de 3GPP.

El término específico de capa espacial o antena de transmisión $n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx})$ puede calcularse mediante

$$n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx}) = \Delta_{CS}^{DMRS} \cdot n_{tx} \quad (\text{Ecu. 4})$$

- 20 en donde el índice de la señal de referencia es $n_{tx} \in \{0, 1, \dots, (N_{tx} - 1)\}$.

- 25 En una realización, en donde se usa ensanchamiento de nivel de bloque como el esquema de ortogonalización principal entre las señales de referencia del mismo equipo de usuario que utiliza (SU-MIMO), el término específico de capa espacial o antena de transmisión $n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx})$ se calcula usando \tilde{n}_{tx} como índice de la señal de referencia. Se define de la siguiente manera:

$$\tilde{n}_{tx} \in \left\{ \left\lfloor \frac{n_{tx}}{N_{SF}^{DMRS}} \right\rfloor \right\} = \left\{ 0, 0, 1, 1, \Lambda, \frac{N_{tx} - 1}{N_{SF}^{DMRS}} \right\}, \quad (\text{Ecu. 5})$$

- 30 en donde N_{SF}^{DMRS} es la longitud del código de ensanchamiento de bloque.
 En otra realización más, en la que se usa ensanchamiento de bloque como un esquema de ortogonalización adicional entre las señales de referencia del mismo equipo de usuario que utiliza SU-MIMO, el término específico de capa espacial o antena de transmisión $n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx})$ se calcula usando \tilde{n}_{tx} como índice de la señal de referencia. En esta
 35 realización, se define de la siguiente manera:

$$\tilde{n}_{tx} \in \{0, 1, \dots, (N_{tx} - 1)\}. \quad (\text{Ecu. 6})$$

- 40 En este caso es natural aplicar diferentes códigos de ensanchamiento de bloque para recursos de CS adyacentes.
 Se observa que la combinación de la separación de CS y la separación de código de nivel de bloque de las señales de referencia puede realizarse sin una necesidad de señalización de capa superior adicional.

- 45 En una realización, pueden usarse otros esquemas de ortogonalización de la señal de referencia encabezando la separación de desplazamiento cíclico cuando el equipo de usuario está aplicando transmisión SU-MIMO. Los ejemplos de tales esquemas son IFDMA (acceso múltiple por división de frecuencia intercalado; *interleaved frequency division multiple access*) y el ensanchamiento de nivel de bloque ya mencionado. Existen varias posibilidades para implementar estos esquemas de separación de señal de referencia combinada.

- 50 Por ejemplo, pueden lograrse dos señales de referencia ortogonales que tienen el mismo desplazamiento cíclico por

medio de la aplicación de ensanchamiento de nivel de bloque encabezando dos bloques de señal de recurso de demodulación consecutivos de la subtrama. Esta dimensión ortogonal no está disponible cuando se usa salto de frecuencia basado en subtrama.

5 En una realización, se pone en uso una separación de desplazamiento cíclico solo en el caso en que el ensanchamiento de nivel de bloque no puede proporcionar suficientes recursos de señal de recurso de demodulación.

Las figuras 6A y 6B ilustran un ejemplo en el que un equipo de usuario transmite cuatro flujos con señales de referencia separadas. Los cuatro flujos 600, 602, 604, 606 se logran con cuatro antenas. En este ejemplo, cada flujo se separa de los demás usando un desplazamiento cíclico diferente. Además, en este ejemplo, el desplazamiento cíclico n_{CS} del primer flujo 600 es 1. Los flujos 602, 604 y 606 están separados de los otros flujos aplicando un valor de

10 incremento de desplazamiento cíclico Δ_{CS}^{DMRS} para cada flujo. En este ejemplo, $\Delta_{CS}^{DMRS} = 2$, por tanto los desplazamientos cíclicos n_{CS} de estos flujos tienen valores 3, 5 y 7. Además, los flujos adyacentes pueden aplicar diferente ensanchamiento de bloque para proporcionar una separación adicional.

15 Las figuras 6C y 6D ilustran otro ejemplo en el que el equipo de usuario está transmitiendo cuatro flujos con señales de referencia separadas. También en este ejemplo, los cuatro flujos 614, 616, 618 y 620 se logran con cuatro antenas. En este ejemplo, los flujos 614, 616 se transmiten usando el mismo desplazamiento cíclico. En este ejemplo, el desplazamiento cíclico n_{CS} de estos flujos es 1. Las señales de referencia de estas transmisiones 614, 616 se separan entre sí usando ensanchamiento de nivel de bloque. De una manera similar, los flujos 618, 620 se transmiten usando el mismo desplazamiento cíclico. Los flujos se separan de otros flujos aplicando un valor de incremento

20 de desplazamiento cíclico Δ_{CS}^{DMRS} para los flujos. En este ejemplo, $\Delta_{CS}^{DMRS} = 2$, por tanto los desplazamientos cíclicos n_{CS} de estos flujos tienen un valor de 3. Las señales de referencia de estas transmisiones 618, 620 se separan entre sí usando ensanchamiento de nivel de bloque.

25 En una realización, un elemento de red puede configurarse para controlar una transmisión que utiliza tres o cuatro puertos de antena o capas espaciales de equipo de usuario y separar las señales de referencia de dos capas o puertos de antena con ensanchamiento de nivel de bloque y las señales de referencia de las capas o puertos de antena restantes con desplazamiento cíclico.

30 En otra realización, un elemento de red puede configurarse para controlar una transmisión que utiliza hasta cuatro puertos de antena o capas espaciales de equipo de usuario y aplicar un desplazamiento cíclico a todas las capas o puertos de antena y ensanchamiento de nivel de bloque sobre dos o dos pares de capas.

35 En una realización, los desplazamientos cíclicos de señales de referencia se hacen corresponder con bloques de señal de referencia dedicada.

40 En otra realización más, los desplazamientos cíclicos de señales de referencia se hacen corresponder con bloques OFDM múltiples (señal de referencia solapada que se hace corresponder con una disposición de señal de referencia de demodulación optimizada OFDM).

45 Las figuras 7A y 7B ilustran un ejemplo en donde se aplica una realización de la invención en un sistema que utiliza transmisión de multipunto coordinado. La figura 7A muestra un conjunto de celdas de un sistema de comunicación inalámbrica. Las celdas 700, 702, 704 y 706 que pertenecen a la misma zona de multipunto coordinado, es decir zona de colaboración, están sombreadas con un relleno interior rayado en la figura 7A. Las estaciones 708, 710, 712 y 714 base dan servicio a estas celdas. En la zona de colaboración, se gestionan en conjunto las señales de referencia de equipo de usuario. La asignación de señal de referencia de demodulación conjunta comprende división coordinada de recursos de señal de referencia de demodulación ortogonal incluyendo el uso de desplazamientos cíclicos y códigos de cobertura ortogonales (códigos de ensanchamiento de bloque) e IFDM. Por tanto, en la zona de colaboración, las señales de referencia se basan en la misma secuencia ZC. En otras palabras, las celdas comparten la misma secuencia raíz.

50 Supóngase en este ejemplo que hay cuatro usuarios utilizando transmisión SU-MIMO en la zona de colaboración. Cada usuario utiliza dos flujos de transmisión. Por tanto, cada usuario requiere dos señales de referencia. La figura 7B ilustra un ejemplo de una posible disposición de señal de recurso entre cuatro usuarios simultáneos. Cada equipo de usuario transmite dos señales de referencia, que se indican en el reloj de la figura 7B como un hexágono y una elipse.

60 A la primera señal de referencia del primer usuario se le ha asignado un desplazamiento cíclico 0. A la primera señal de referencia de los usuarios segundo, tercero y cuarto se le ha asignado un desplazamiento cíclico 3, 6 y 9, respectivamente. Supóngase además que en la zona de colaboración $\Delta_{CS}^{DMRS} = 1$. Tal como indican las ecuaciones

3 y 4, no se tiene en cuenta Δ_{CS}^{DMRS} cuando se asigna desplazamiento cíclico de las primeras señales de referencia de equipo de usuario. No obstante, Δ_{CS}^{DMRS} determina el desplazamiento cíclico de la segunda señal de referencia de cada usuario en relación con la primera señal de referencia del mismo equipo de usuario. Por tanto, la segunda señal de referencia del primer equipo de usuario tiene un valor de desplazamiento cíclico de 1.

Tal como ilustra la figura 7B, las señales 716 de referencia del primer equipo de usuario tienen valores de desplazamiento cíclico de 0 y 1. Las señales 718 de referencia del segundo equipo de usuario tienen valores de desplazamientos cíclicos de 3 y 4. Las señales 720 de referencia del tercer equipo de usuario tienen valores de desplazamiento cíclico de 6 y 7. Finalmente, las señales 722 de referencia del cuarto equipo de usuario tienen valores de desplazamiento cíclico de 9 y 10.

En el ejemplo de las figuras 7A y 7B, se han asignado diferentes equipos de usuario separados entre si. Por tanto se ha priorizado la separación entre señales de referencia de diferentes usuarios. Tal como se analizó anteriormente, otra estrategia sería priorizar la separación de CS de señales de referencia del mismo UE.

Las figuras 7C y 7D ilustran otro ejemplo en el que se aplica una realización de la invención en un sistema que utiliza transmisión de multipunto coordinado. En el ejemplo de la figura 7C, las celdas 700, 702, y 706 pertenecen a la misma zona de multipunto coordinado, es decir la zona de colaboración. Las celdas están sombreadas con relleno interior rayado en la figura. Las estaciones 708, 710, y 714 base dan servicio a estas celdas.

En este ejemplo, existen tres usuarios utilizando transmisión SU-MIMO en la zona de colaboración. Cada usuario utiliza dos flujos de transmisión. Por tanto, cada usuario requiere dos señales de referencia. La figura 7D ilustra un ejemplo de una posible disposición de señal de referencia entre tres usuarios simultáneos. Cada equipo de usuario transmite dos señales de referencia, que están indicadas en el reloj de la figura 7B mediante un hexágono y una elipse.

A la primera señal de referencia del primer usuario se le ha asignado un desplazamiento cíclico 0. A la primera señal de referencia de los usuarios segundo y tercero se le ha asignado un desplazamiento cíclico 4 y 8, respectivamente.

Supóngase además que en la zona de colaboración $\Delta_{CS}^{DMRS} = 2$. Δ_{CS}^{DMRS} determina el desplazamiento cíclico de la segunda señal de referencia de cada usuario en relación con la primera señal de referencia del mismo equipo de usuario. Por tanto, la segunda señal de referencia del primer equipo de usuario tiene un valor de desplazamiento cíclico de 2.

Tal como ilustra la figura 7D, las señales 724 de referencia del primer equipo de usuario tienen valores de desplazamiento cíclico de 0 y 2. Las señales 726 de referencia del segundo equipo de usuario tienen valores de desplazamiento cíclico de 4 y 6. Las señales 728 de referencia del tercer equipo de usuario tienen valores de desplazamiento cíclico de 8 y 10.

En el ejemplo de las figuras 7C y 7D, se ha priorizado la separación entre señales de referencia de diferentes equipos de usuario.

La figura 8A es un diagrama de flujo que ilustra una realización no limitativa de la invención. En la etapa 800, un elemento de red determina un valor específico de celda $n_{DMRS}^{(1)}$. El valor se retransmite a cada equipo de usuario en la celda.

En la etapa 802, el elemento de red determina un valor específico de equipo de usuario $n_{DMRS}^{(2)}$. El valor puede transmitirse al equipo de usuario en relación con una asignación de planificación de enlace ascendente.

En la etapa 804, el elemento de red determina el valor específico de celda Δ_{CS}^{DMRS} . El valor se transmite al equipo de usuario. Debe observarse en el presente documento que las etapas 800 a 804 pueden ejecutarse en cualquier orden y en diferentes instantes de tiempo.

En la etapa 806, el elemento de red calcula desplazamientos cíclicos para todas las señales de referencia de equipo de usuario según las ecuaciones 3, 4 y 5.

La figura 8B es un diagrama de flujo que ilustra una realización no limitativa de la invención desde el punto de vista del equipo de usuario. En la etapa 808, el equipo de usuario recibe el valor específico de celda $n_{DMRS}^{(1)}$ transmitido por la estación base de la celda a la que está conectado el equipo de usuario.

En la etapa 810, el equipo de usuario recibe un valor específico de equipo de usuario $n_{DMRS}^{(2)}$ desde la estación base. El valor puede recibirse en relación con una asignación de planificación de enlace ascendente.

5 En la etapa 812, el equipo de usuario recibe el valor específico de celda Δ_{CS}^{DMRS} desde la estación base. De nuevo, las etapas 808 a 812 pueden ejecutarse en cualquier orden y en diferentes instantes de tiempo.

En la etapa 814, el equipo de usuario calcula desplazamientos cíclicos para todas las señales de referencia de equipo de usuario según las ecuaciones 3, 4 y 5.

10 Las etapas, mensajes de señalización y funciones relacionadas descritos en las figuras 1 a 8B no están en un orden cronológico absoluto, y algunas de las etapas pueden realizarse simultáneamente o en un orden que difiere del orden dado. También pueden ejecutarse otras funciones entre las etapas o dentro de las etapas y enviarse otros mensajes de señalización entre los mensajes ilustrados. Algunas de las etapas pueden también omitirse o reemplazarse con una etapa correspondiente. Los mensajes de señalización son solo a modo de ejemplo y pueden incluso comprender
15 varios mensajes separados para transmitir la misma información. Además, los mensajes pueden también contener otra información.

20 Un aparato que puede realizar las etapas descritas anteriormente puede implementarse como un ordenador digital electrónico, que puede comprender una memoria de trabajo (RAM), una unidad central de procesamiento (CPU) y un reloj de sistema. La CPU puede comprender un conjunto de registros, una unidad aritmética lógica y una unidad de control. La unidad de control está controlada por una secuencia de instrucciones de programa transferidos a la CPU desde la RAM. La unidad de control puede contener varias microinstrucciones para operaciones básicas. La implementación de microinstrucciones puede variar dependiendo del diseño de CPU. Las instrucciones de programa pueden codificarse mediante un lenguaje de programación, que puede ser un lenguaje de programación de alto nivel, tal como C, Java, etc., o un lenguaje de programación de bajo nivel, tal como un lenguaje máquina, o ensamblador. El
25 ordenador digital electrónico también puede tener un sistema operativo, que puede proporcionar servicios de sistema al programa informático escrito con las instrucciones de programa.

30 Una realización proporciona un programa informático incorporado en un medio de distribución, que comprende instrucciones de programa que, cuando se cargan en un aparato electrónico, se configuran para controlar el desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario que utiliza transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario tal como se describió anteriormente.

35 El programa informático puede estar en forma de código fuente, en forma de código objeto, o en alguna forma intermedia, y puede almacenarse en algún tipo de portador, que puede ser cualquier entidad o dispositivo que pueda portar el programa. Tales portadores incluyen, por ejemplo, un medio de grabación, una memoria de ordenador, una memoria de solo lectura, una señal portadora eléctrica, una señal de telecomunicaciones, y un paquete de distribución de software. Dependiendo de la necesidad de potencia de procesamiento, el programa informático puede ejecutarse en un único ordenador digital electrónico o puede distribuirse entre varios ordenadores.

40 El aparato también puede implementarse mediante uno o más circuitos integrados, tales como circuitos integrados de aplicación específica ASIC (*application specific integrated circuits*). También son factibles otras realizaciones de hardware, tales como un circuito construido con componentes lógicos separados. También es factible un híbrido de estas diferentes implementaciones. Al seleccionar el método de implementación, un experto en la técnica considerará
45 el conjunto de requisitos para el consumo de potencia y tamaño del aparato 800, por ejemplo, la capacidad de procesamiento necesaria, los costes de producción y los volúmenes de producción.

50 Será obvio para un experto en la técnica que, a medida que la tecnología avanza, el concepto de la invención puede implementarse de diversas maneras. La invención y sus realizaciones no están limitadas a los ejemplos descritos anteriormente sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de comunicación (110) para transmisión, que comprende:

5 una pluralidad de puertos de antena (406); y
 un procesador (400) configurado para determinar si el ensanchamiento de nivel de bloque puede proporcionar o no suficientes recursos de señal de recursos de demodulación y, cuando se determina que el ensanchamiento de nivel de bloque no puede proporcionar suficientes recursos de señal de recursos de demodulación:

10 compartir un espacio de desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario que utiliza transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario aplicando un valor de incremento de desplazamiento cíclico entre señales de referencia de diferentes puertos de antena (406) o capas espaciales de la transmisión de equipo de usuario;
 15 compartir un espacio de desplazamiento cíclico de señales de referencia entre diferentes celdas o diferentes usuarios;
 generar un puerto de antena o un valor de desplazamiento cíclico específico de capa espacial de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$n_{CS}(n_{tx}) = (n_{DMRS}^{(1)} + n_{DMRS}^{(2)} + n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx}) + n_{PRS}) \bmod 12$$

20 en donde

$n_{DMRS}^{(1)}$ es un valor retransmitido específico de celda;

$n_{DMRS}^{(2)}$ es un valor específico de equipo de usuario;

n_{PRS} es un valor pseudoaleatorio específico de celda; y

25 $n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx})$ es un término específico de antena de transmisión o de capa espacial;

determinar $n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx})$ como una combinación de un valor de incremento de desplazamiento cíclico y un índice de señal de referencia; y

30 utilizar el ensanchamiento de nivel de bloque y el puerto de antena o un valor de separación de capa espacial en la transmisión de más de una señal de referencia.

2. El aparato (110) de la reivindicación 1, en donde el procesador (400) está configurado para aplicar un valor de incremento de desplazamiento cíclico obtenido según una fórmula

$$\min \left(\left\lfloor \frac{N_{CS}}{M \cdot N_{tx}} \right\rfloor, CS_{min} \right),$$

35 o según una fórmula

$$\min \left(\left\lfloor \frac{N_{CS}}{N_{tx}} \right\rfloor, CS_{min} \right),$$

40 donde N_{CS} es el número total de desplazamientos cíclicos disponibles,
 M es el número de equipo de usuario o celdas,
 CS_{min} es la mínima separación de desplazamiento cíclico soportada, y
 N_{tx} es el máximo número de señales de referencia por equipo de usuario.

45 3. El aparato (110) de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el procesador (400) está configurado para controlar una transmisión que utiliza tres o cuatro puertos de antena (406) o capas espaciales y separar las señales de referencia de dos o dos pares de puertos de antena (406) o de capas con ensanchamiento de nivel de bloque y aplicar un desplazamiento cíclico diferente a los puertos de antena (406) o las capas que tienen el mismo nivel de
 50 bloque ensanchado.

4. El aparato (110) de cualquier reivindicación anterior, en donde el procesador (400) está configurado para controlar una transmisión que utiliza hasta cuatro puertos de antena (406) o capas espaciales y aplicar un desplazamiento cíclico a todos los puertos de antena (406) o las capas y ensanchamiento de nivel de bloque sobre dos puertos de
 55 antena (406) o capas o dos pares de puertos de antena (406) o de capas.

5. El aparato (110) de cualquier reivindicación anterior, en donde el procesador (400) está configurado para aplicar un incremento de desplazamiento cíclico específico de celda entre señales de referencia.

5 6. Un método de comunicación para transmisión que comprende:

determinar si el ensanchamiento de nivel de bloque puede proporcionar o no suficientes recursos de señal de recursos de demodulación y, cuando se determina que el ensanchamiento de nivel de bloque no puede proporcionar suficientes recursos de señal de recursos de demodulación:

10 compartir un espacio de desplazamiento cíclico de señales de referencia de equipo de usuario que utiliza transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas de único usuario aplicando un valor de incremento de desplazamiento cíclico entre señales de referencia de diferentes puertos de antena (406) o capas espaciales de la transmisión de equipo de usuario;

15 compartir un espacio de desplazamiento cíclico de señales de referencia entre diferentes celdas o diferentes usuarios;

generar un puerto de antena o un valor de desplazamiento cíclico específico de capa espacial de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$n_{CS}(n_{tx}) = (n_{DMRS}^{(1)} + n_{DMRS}^{(2)} + n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx}) + n_{PRS}) \bmod 12$$

20 en donde

$n_{DMRS}^{(1)}$ es un valor retransmitido específico de celda;

$n_{DMRS}^{(2)}$ es un valor específico de equipo de usuario;

n_{PRS} es un valor pseudoaleatorio específico de celda; y

25 $n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx})$ es un término específico de antena de transmisión o de capa espacial;

determinar $n_{DMRS}^{(3)}(n_{tx})$ como una combinación de un valor de incremento de desplazamiento cíclico y un índice de señal de referencia; y

30 utilizar el ensanchamiento de nivel de bloque y el puerto de antena o un valor de separación de capa espacial en la transmisión de las señales de referencia.

7. El método de la reivindicación 6, que además comprende: controlar una transmisión que utiliza tres o cuatro puertos de antena (406) o capas espaciales y separar las señales de referencia de dos o dos pares de puertos de antena (406) o de capas con ensanchamiento de nivel de bloque y aplicar un desplazamiento cíclico diferente a los puertos de antena (406) o las capas que tienen el mismo nivel de bloque ensanchado.

8. El método de la reivindicación 6 o la reivindicación 7, que además comprende: controlar una transmisión que utiliza hasta cuatro puertos de antena (406) o capas espaciales y aplicar desplazamiento cíclico a todos los puertos de antena (406) o las capas y ensanchamiento de nivel de bloque sobre dos puertos de antena (406) o capas o dos pares de capas.

9. Una memoria legible por ordenador (402, 412, 424) que incorpora un programa de instrucciones que puede ejecutar un procesador (400, 410, 422) para realizar el método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8.

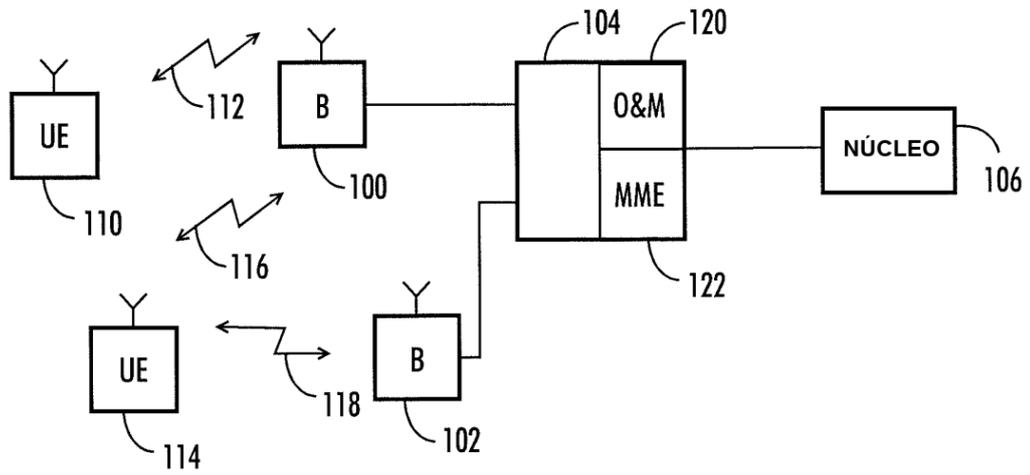


FIG. 1

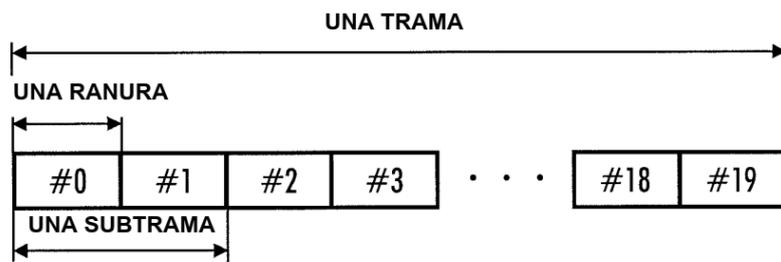


FIG. 2

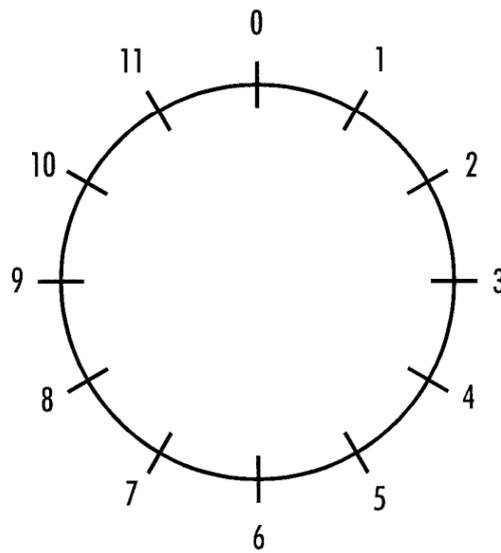


FIG. 3

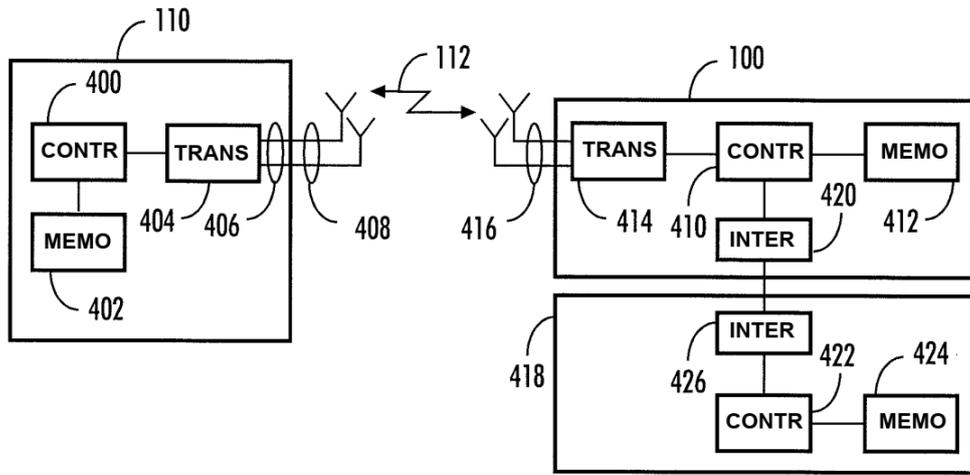


FIG. 4

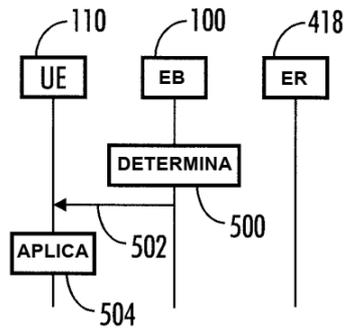


FIG. 5A

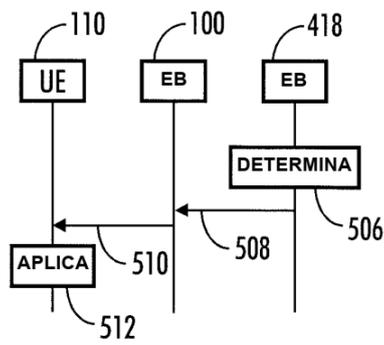


FIG. 5B

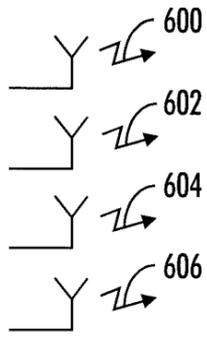


FIG. 6A

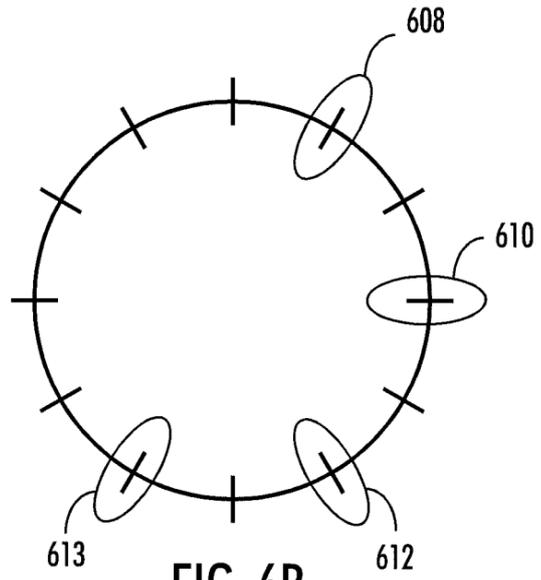


FIG. 6B

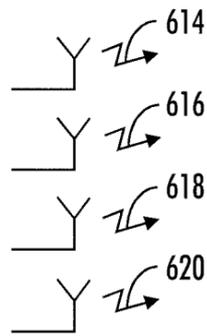


FIG. 6C

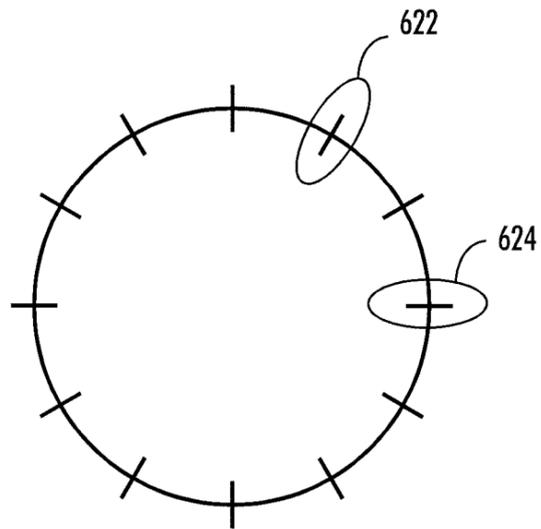


FIG. 6D

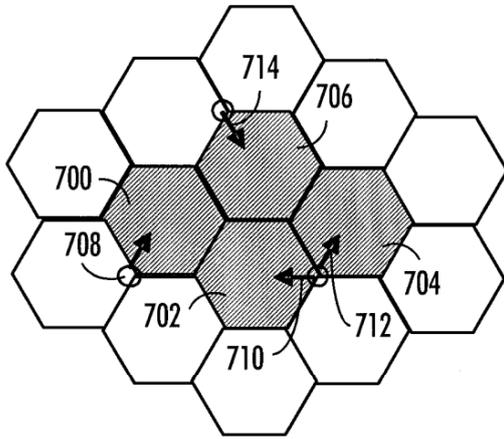


FIG. 7A

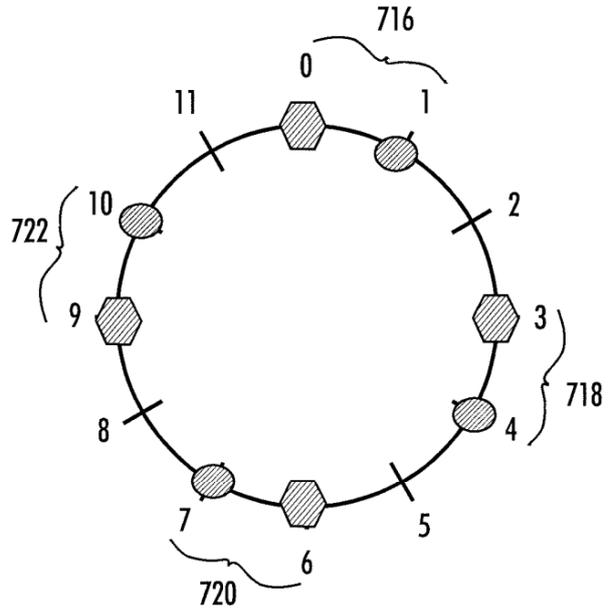


FIG. 7B

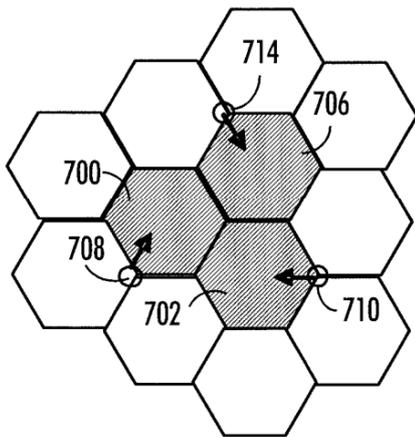


FIG. 7C

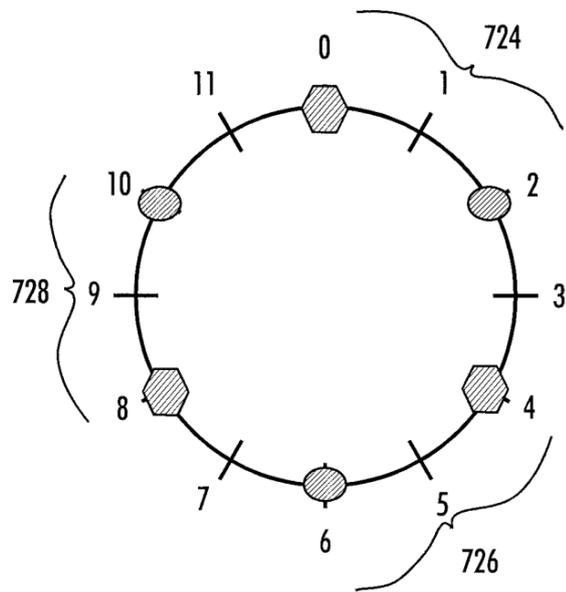


FIG. 7D

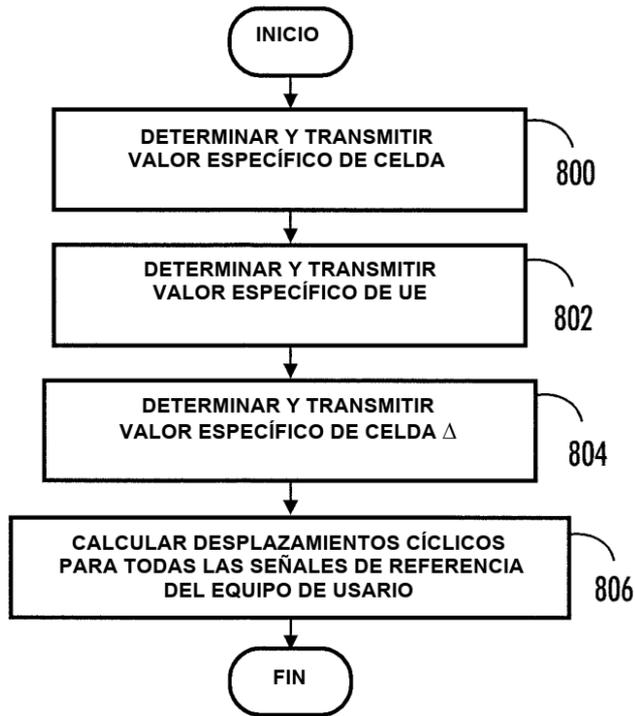


FIG. 8A

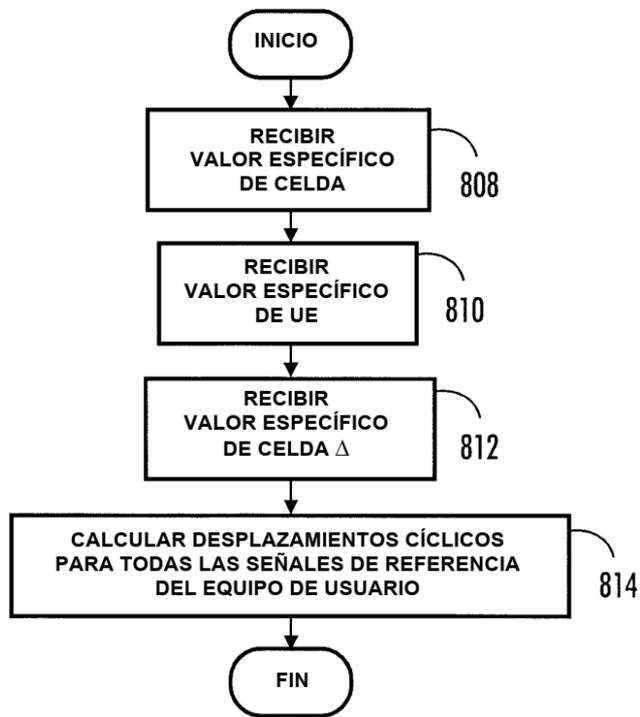


FIG. 8B