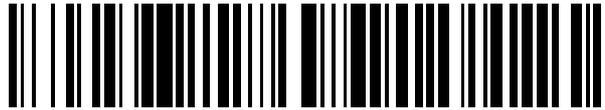


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 861**

51 Int. Cl.:

H04B 7/14 (2006.01)

H04B 7/26 (2006.01)

H04B 7/0413 (2007.01)

H04B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2016 E 16201561 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3331173**

54 Título: **Disposición para ampliar el alcance de sistemas de radio MIMO a zonas de sombra**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.06.2020

73 Titular/es:

**DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn, DE**

72 Inventor/es:

**MÜLLER, JÜRGEN y
ARNOLD, PAUL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 765 861 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

Disposición para ampliar el alcance de sistemas de radio MIMO a zonas de sombra

5 La presente invención se refiere a una disposición y un procedimiento para ampliar el alcance de sistemas de radio M-MIMO (Massive Multiple-Input Multiple-Output, Múltiple entrada múltiple salida masiva) a zonas de sombra, en particular en espacios sin vista a la estación de telefonía móvil, por ejemplo, edificios o trenes.

10 Los clientes de operadores de red de telecomunicación tienen la necesidad creciente de acceder a Internet de banda ancha. Además del suministro de datos mediante una infraestructura alámbrica, por ejemplo, Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital, DSL), se utilizan cada vez más las tecnologías de acceso vía radio. Una cobertura de radio lo más completa posible se debe garantizar con redes de radio diferentes. En dependencia del escenario de aplicación, las redes de radio se implementan en distintos intervalos de frecuencia con distintas tecnologías de radio, por ejemplo, Wireless LAN (WLAN, Red de Área Local Inalámbrica), Universal Mobile Telecommunications System (UMTS, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles), Long Term Evolution (LTE, Evolución a Largo Plazo) y
15 en un futuro con la próxima generación de telefonía móvil 5G.

La cobertura de radio en zonas de sombra es muy exigente. Las estaciones base de telefonía móvil se instalan mayormente fuera de los edificios y los usuarios de telefonía móvil se encuentran, en cambio, en la mayoría de los casos en zonas de sombra, por ejemplo, en espacios sin vista a la estación de telefonía móvil, trenes o edificios. Los lugares, en los que se concentran con frecuencia varios usuarios de telefonía móvil, se identifican como hotspots. La gran diversidad de materiales produce aquí una atenuación adicional de las ondas de radio. En el caso de los edificios se habla de la llamada atenuación de penetración. La atenuación de penetración depende del material de construcción de los edificios y de la frecuencia de radio utilizada. Las frecuencias más altas se atenúan en mayor medida. En las tecnologías de radio futuras, por ejemplo, 5G, se ha de esperar la utilización de frecuencias cada vez más altas. Las tecnologías futuras, como Massive Multiple Input Multiple Output (M-MIMO), con un número mucho mayor de elementos de antena en comparación con los sistemas de antena actuales, se aplicarán asimismo para frecuencias más altas. Esto se debe a la mejor probabilidad de implementación respecto a los tamaños de antena, pero también a la disponibilidad de anchos de banda de frecuencia mayores en caso de altas frecuencias. Los edificios modernos se construyen muchas veces con materiales constructivos que presentan una alta atenuación de penetración. En particular las paredes exteriores de hormigón armado o las paredes exteriores con revestimientos de metal presentan una gran atenuación de frecuencia alta. Las ventanas modernas están provistas de capas de metal finísimas (acristalamiento termoaislante). El desarrollo da lugar a cristales de aislamiento cada vez mejores e incluso la ley exige un equipamiento con ventanas con un buen nivel de aislamiento. Por tanto, el grado de equipamiento con cristales aislantes, revestidos de metal, es muy alto. Las ventanas con capa metálica producen una atenuación de penetración muy grande. Asimismo, en otros lugares, por ejemplo, en trenes, se ha de contar con una gran atenuación de penetración y precisamente en estas zonas se ha de esperar, por la otra parte, la presencia de hotspots.

40 Los sistemas de radio, implementados hasta el momento, pueden superar en parte la atenuación de penetración en edificios, porque hasta ahora se han utilizado casi siempre frecuencias inferiores a 6 GHz. Sin embargo, se requieren grandes esfuerzos también en el caso de frecuencias <6 GHz para garantizar la cobertura en edificios. A fin de conseguir una cobertura definida dentro de los edificios es necesario aumentar de manera correspondiente la densidad de la estación base. Esto genera un gran número de medidas de inversión por parte de los operadores de red. Como resultado de la necesidad creciente de anchos de banda, en la próxima generación de telefonía móvil 5G se utilizarán sistemas de radio en intervalos de frecuencia cada vez más altos y, por consiguiente, la prestación del servicio a edificios será mucho más exigente desde el punto de vista económico.

50 El objetivo de la presente invención es crear un concepto para suministrar eficientemente señales de radio a zonas de sombra, es decir, hotspots en zonas de sombra.

Este objetivo se consigue mediante las características de las reivindicaciones independientes. Variantes ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

55 Una idea fundamental de la invención consiste en utilizar una disposición o un sistema con un repetidor pasivo en combinación con un módulo emisor en el lado de la zona de sombra que está dirigido hacia la estación base. El módulo emisor transmite señales piloto mediante una antena en dirección de la estación base MIMO masivo para "excitarla" a fin de poder conformar así permanentemente al menos un haz MIMO masivo desde la estación base MIMO masivo en dirección "Indoor-Hotspot". El repetidor "pasivo" puede prolongar la señal hacia la zona interior. Los usuarios, que se encuentran en el edificio, pueden beneficiarse de un haz MIMO masivo que se prolonga mediante el repetidor hacia el edificio.

65 El documento US2005/0254442(A1) describe un repetidor activo sin translación de frecuencia que está conectado a una estación base mediante una antena exterior y a un terminal de usuario mediante una segunda antena. El repetidor amplifica en dirección Uplink (enlace ascendente) una señal del terminal de usuario, que se recibe mediante la segunda antena, y la transmite a continuación a la estación base mediante la antena exterior. En la

dirección Downlink (enlace descendente), el repetidor amplifica las señales de la estación base y las envía a continuación al terminal de usuario mediante la segunda antena.

5 El documento DE102014204495A1 describe un repetidor pasivo para la transmisión de señales de radio, que presenta una primera antena y una segunda antena unidas entre sí mediante un acoplamiento galvánico y pasivo. La primera antena está dispuesta en una zona de sombra de una carcasa y la segunda antena está dispuesta por fuera de la carcasa en el espacio exterior.

10 Los procedimientos y los sistemas, presentados a continuación, pueden ser de distinto tipo. Los elementos individuales descritos pueden estar implementados mediante componentes de hardware o software, por ejemplo, componentes electrónicos que se pueden fabricar con ayuda de distintas tecnologías y que comprenden, por ejemplo, chips semiconductores, ASIC (Circuitos integrados para aplicaciones específicas), microprocesadores, procesadores de señales digitales, circuitos eléctricos integrados, circuitos electroópticos y/o elementos constructivos pasivos.

15 Los aparatos, sistemas y procedimientos, presentados a continuación, son adecuados para ampliar el alcance de redes de comunicación con sistemas de radio MIMO masivo a zonas de sombra, es decir, zonas de sombra de radio.

20 El término red de comunicación identifica aquí la infraestructura técnica, en la que tiene lugar la transmisión de señales. La red de comunicación comprende esencialmente la red de conmutación, en la que tienen lugar la transmisión y la conmutación de las señales entre las instalaciones y plataformas fijas de la red de telefonía móvil o la red fija, así como la red de acceso, en la que tiene lugar la transmisión de las señales entre una instalación de acceso a red y el aparato emisor de comunicación. La red de comunicación puede comprender tanto componentes de una red de telefonía móvil como componentes de una red fija. En la red de telefonía móvil, la red de acceso se
25 identifica también como interfaz aérea y comprende, por ejemplo, una estación base (NodeB, eNodeB, célula de radio) con antena de telefonía móvil para establecer la comunicación con un aparato emisor de comunicación, por ejemplo, un teléfono móvil o teléfono inteligente o un dispositivo móvil con adaptador de telefonía móvil. En este caso, el teléfono móvil o teléfono inteligente o el adaptador de telefonía móvil puede estar situado en una zona de
30 sombra, en la que las señales de radio de la estación base se pueden recibir solo débilmente o no se pueden recibir.

El sistema MIMO masivo es una tecnología avanzada que tendrá un papel importante en la próxima generación de telefonía móvil 5G. El sistema MIMO masivo se puede utilizar de múltiples maneras mediante la separación espacial de canales de radio respecto a los usuarios de telefonía móvil, la conformación de "beams" (haces) muy estrechos o
35 mediante la supresión espacial de interferencias, recursos de frecuencia y tiempo de la interfaz de radio, aprovechándose así más eficientemente el espectro de radiofrecuencia. En el caso ideal, cada usuario podría utilizar dentro del sistema MIMO masivo toda la capacidad celular por antena receptora, lo que significa un mejoramiento significativo de la eficiencia de los sistemas de telefonía móvil. Asimismo, el sistema MIMO masivo permite mejorar la cobertura dentro de zonas de sombra debido a la concentración espacial de la potencia de emisión, el llamado beamforming (conformación de haz). Esto es posible, porque el sistema MIMO masivo puede obtener altas ganancias de conjunto de antenas mediante la conformación de haces orientados al usuario. Los haces MIMO masivo se pueden conformar tanto a la vista, la llamada Line of Sight (LOS, Línea de visión), así como sin vista, la llamada NON-LOS (NLOS, Sin línea de visión), entre la estación base y el teléfono móvil, en dependencia de la matriz de canal del canal de radio. Los llamados "beams" se forman mediante la determinación y la consideración de
40 la matriz de canal de radio. Tanto en entornos LOS como NLOS se pueden conseguir altas ganancias de sistema en la interfaz de radio. Estas ganancias se consiguen para Uplink (dirección de emisión usuario a estación base) y para Downlink (estación base - > usuario). La conformación de los "beams" es calculada y realizada por la estación base MIMO masivo sobre la base de secuencias piloto emitidas del teléfono móvil. Las señales piloto de terminales de telefonía móvil, situadas en zonas de cobertura mínima, pueden no ser recibidas en caso extremo por un sistema
45 MIMO masivo debido a la alta atenuación del campo radioeléctrico. El sistema MIMO masivo no tiene conocimiento sobre la existencia del usuario y, por tanto, tampoco puede conformar un haz en dirección del usuario en la zona de sombra. Los usuarios en lugares con una gran atenuación del campo radioeléctrico respecto a la estación base no pueden recibir el servicio.

55 Los aparatos, sistemas y procedimientos, presentados a continuación, pueden utilizar transmisores de señales de radio para transmitir las señales de radio recibidas por la estación base a las zonas de sombra. Para este tipo de transmisores de señales de radio se pueden utilizar diferentes soluciones a fin de mejorar o posibilitar la cobertura de radio en edificios, como se explica a continuación.

60 Un ejemplo es la instalación de pequeños dispositivos de radio, gestionados por el operador de red, en edificios. Tales dispositivos se pueden instalar en los edificios, en los que hay muchos usuarios de telefonía móvil y en los que existe, por consiguiente, una gran necesidad de cobertura de telefonía móvil (por ejemplo, centros comerciales, recintos feriales, aeropuertos, ...). Los repetidores o los distribuidores de antena son ejemplos al respecto.

65 Asimismo se pueden utilizar procedimientos de retransmisión estandarizados en la especificación 3GPP Rel. 10 como "Amplify and forward" (AFW, Amplificar y enviar), "Decode and forward" (DFW, Decodificar y enviar) o

repetidores regenerativos. Estos posibilitan a los sistemas de radio como LTE (Long Term Evolution) una ampliación de la cobertura, es decir, del alcance de radio en zonas de sombra. Los procedimientos "Amplify and forward", así como "Decode and forward" pueden excitar junto con el módulo emisor, presentado aquí, los sistemas MIMO masivo para conformar "beams" o haces y posibilitar así el aprovechamiento múltiple espacial altamente eficiente de los recursos de frecuencia y tiempo, que es característico de los sistemas MIMO masivo. Alternativamente, el procedimiento "Repetidores regenerativos", estandarizado asimismo en la especificación 3GPP, se puede utilizar en el módulo emisor para emitir secuencias piloto a una estación MIMO masivo y dar lugar así a la conformación de haces MIMO masivo. Sin embargo, tal repetidor regenerativo es muy costoso, porque está compuesto de un módulo emisor/receptor y una estación base.

Los repetidores privados pueden servir como "regenerador" para amplificar, por ejemplo, las señales recibidas por fuera de un edificio y radiarlas de manera regenerada en el edificio. Esto aumenta el grado de cobertura en edificios. No obstante, tales soluciones funcionan con frecuencias asignadas a los operadores de red, de modo que no está permitido el servicio de particulares.

Los repetidores pasivos están compuestos, por ejemplo, de una antena instalada por fuera del edificio respectivo, una conexión de cable coaxial hacia el edificio y una antena en el edificio. Para esta solución es necesario un paso de cables hacia el interior del edificio. En caso de frecuencias altas, la atenuación de cable es alta y, por tanto, el alcance está limitado. La ganancia de sistema de repetidores pasivos es el resultado de la suma de las ganancias de antena menos la atenuación de la línea coaxial entre las antenas.

Los transmisores de señales de radio pueden estar implementados también de la siguiente manera: montaje de una antena exterior y una conexión de cable coaxial hacia el edificio para el teléfono móvil. En este caso, el teléfono móvil debería disponer de una conexión de antena.

Los aparatos, sistemas y procedimientos, presentados a continuación pueden utilizar transmisores de señales de radio que se basan en una transmisión VLC (Visual Light Communication, Comunicación con luz visible). La VLC es una técnica de transmisión inalámbrica, en la que la luz visible se modula con la señal de datos. Esta técnica se identifica también como Light Fidelity (LiFi, Fidelidad lumínica). En la VLC se utilizan modulaciones de luz de LEDs, utilizándose luz visible con longitudes de onda entre 375 nm y 780 nm. Un transmisor de señales de radio, basado en la tecnología VLC, comprende un dispositivo de transmisión (transmisor VLC), por ejemplo, un diodo luminoso, y un dispositivo de recepción (receptor VLC), por ejemplo, un fotodiodo. Para la transmisión de datos, los datos se transfieren al protocolo correspondiente en el transmisor VLC y se modulan a señales luminosas.

Según un primer aspecto, la invención se refiere a una disposición para ampliar el alcance de sistemas de radio Massive Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) a zonas de sombra, con: una antena exterior que se puede disponer por fuera de una zona de sombra en el alcance de radio de una estación base; una antena interior que se puede disponer dentro de la zona de sombra en el alcance de radio de al menos un aparato de comunicación inalámbrico; un módulo emisor configurado para generar una señal de excitación y radiarla a la estación base mediante la antena exterior, estando configurada la señal de excitación para excitar la estación base para conformar así un haz MIMO masivo en dirección de la antena exterior; y un transmisor de señales de radio configurado para transmitir la señal de radio, recibida por la antena exterior, de la estación base al aparato de comunicación inalámbrico mediante la antena exterior.

Con esta disposición se pueden enviar eficientemente señales de radio a zonas con muy poca cobertura. Incluso en caso de una atenuación de penetración extremadamente alta, como la esperada en intervalos de frecuencia a utilizar en el futuro, se pueden enviar señales de telefonía móvil a zonas de sombra. El sistema MIMO masivo posibilita el uso múltiple de los mismos recursos de frecuencia y tiempo mediante la separación espacial de señales de radio. La disposición posibilita la cobertura de zonas de sombra con intensidades de campo recibidas más altas, y se pueden aumentar la señal útil respecto a la relación de interferencia, así como la señal útil respecto a la relación de ruido y, por consiguiente, el flujo de datos.

Por consiguiente, a zonas del borde celular se pueden transmitir esencialmente de una manera más eficiente y amplia tasas de datos altas. Mediante la instalación del repetidor en posiciones, en las que no se encuentran usualmente clientes de telefonía móvil, el haz conformado respecto al repetidor se puede poner a disposición de una zona de sombra exclusivamente con ayuda del repetidor y, por tanto, los recursos de frecuencia y tiempo pueden ser asignados adicionalmente por otros usuarios o repetidores separados espacialmente. De este modo se pueden proporcionar anchos de banda de datos altos a hotspots, incluso a zonas de sombra.

En una forma de realización de la disposición, el transmisor de señales de radio forma junto con la antena exterior y la antena interior un repetidor pasivo que está configurado para prolongar el haz MIMO masivo, recibido por la antena exterior, con la señal de radio hacia la zona de sombra.

La combinación del sistema MIMO masivo, excitado por el módulo emisor, y del repetidor pasivo permite la utilización de repetidores económicos o eficientes.

- En una forma de realización de la disposición, el transmisor de señales de radio está configurado como cable coaxial que une la antena exterior a la antena interior.
- 5 Esto tiene la ventaja de que la transmisión es poco propensa a fallos, porque la señal se transmite dentro del cable coaxial que se puede proteger bien contra las influencias externas mediante la estructura de capas del cable.
- En una forma de realización de la disposición, el repetidor pasivo funciona de manera bidireccional y en una forma de realización alternativa de la disposición, el repetidor pasivo funciona de manera unidireccional.
- 10 La disposición es adecuada también para la utilización en sistemas de difusión futuros con funcionalidad MIMO masivo.
- En una forma de realización de la disposición, el módulo emisor está configurado para radiar un código específico a la estación base, indicando el código específico de la estación base una solicitud de recurso correspondiente.
- 15 Esto tiene la ventaja de que la disposición puede solicitar la provisión flexible de recursos, de modo que en caso de una zona de sombra grande, por ejemplo, un edificio grande, se pueden proveer más recursos que en caso de una zona de sombra pequeña, por ejemplo, un edificio pequeño o un usuario de telefonía móvil individual.
- 20 En una forma de realización de la disposición, el transmisor de señales de radio está configurado para establecer una conexión de retorno (backhaul) entre la estación base y el aparato de comunicación inalámbrico.
- Con backhaul (término inglés para retorno) se identifica la conexión de un nodo de red situado delante, casi siempre subordinado jerárquicamente, a un nodo de red central. Es decir, el aparato de comunicación inalámbrico, así como
- 25 toda la red dentro de la zona de sombra, por ejemplo, toda una red doméstica, se pueden conectar de una manera eficiente a la estación base.
- En una forma de realización de la disposición, el transmisor de señales de radio comprende un transmisor óptico que está configurado para transmitir una señal óptica entre la antena exterior y la antena interior.
- 30 Esto tiene la ventaja de que con tal señal óptica se pueden atravesar fácilmente los cristales que son atravesados solo con dificultad por las señales de radio, en particular en caso de frecuencias mayores.
- En una forma de realización de la disposición, el transmisor de señales de radio comprende un transmisor VLC (Visible Light Communication) que está configurado para transmitir una señal VLC entre la antena exterior y la antena interior.
- 35 Tal transmisor de señales de radio tiene la ventaja de que la luz con la longitud de onda correspondiente resulta completamente inofensiva y se puede utilizar en casi todas partes. Además, las ondas luminosas se pueden limitar fácilmente en su extensión espacial mediante cualquier apantallamiento óptico. Otra ventaja radica también en la utilización sin licencia de las frecuencias correspondientes.
- 40 En una forma de realización de la disposición, el transmisor de señales de radio comprende un convertidor de frecuencia configurado para convertir la señal de radio, recibida por la antena exterior, en una señal de radio con otra frecuencia y transmitirla al aparato de comunicación inalámbrico mediante la antena interior.
- 45 Esto tiene la ventaja de que se pueden acoplar distintas tecnologías de acceso de radio basadas en frecuencias distintas. Por ejemplo, la antena exterior puede recibir una señal de radio LTE, mientras que la antena interior puede transmitir en el intervalo de frecuencia WiFi.
- 50 En una forma de realización de la disposición, el transmisor de señales de radio comprende un convertidor de tecnología que está configurado para convertir la señal de radio, recibida por la antena exterior, en una señal de radio con otra tecnología de radio y transmitirla al aparato de comunicación inalámbrico mediante la antena interior.
- 55 Esto tiene la ventaja de que se pueden acoplar distintas tecnologías de radio. Por ejemplo, en ambos lados es posible utilizar la misma tecnología de radio (por ejemplo, LTE o WiFi) o en dirección de la estación base es posible utilizar otra tecnología de radio (por ejemplo, LTE) que en dirección del hotspot (por ejemplo, WiFi). Es evidente que se pueden utilizar tanto distintas frecuencias como distintas tecnologías o combinaciones de las mismas en ambos lados.
- 60 En una forma de realización de la disposición, la antena exterior se puede orientar mecánica y/o eléctricamente hacia la estación base y/o la antena interior se puede orientar mecánica y/o eléctricamente hacia el al menos un aparato de comunicación inalámbrico.
- 65 Esto tiene la ventaja de que se pueden transmitir tasas de datos superiores, si ambas antenas o al menos una antena se pueden orientar exactamente.

En una forma de realización de la disposición, el transmisor de señales de radio comprende un transmisor MIMO que está configurado para transmitir la señal de radio en forma de varios flujos de datos paralelos, separados espacialmente, al aparato de comunicación inalámbrico.

5 Esto tiene la ventaja de que con varios flujos de datos paralelos, separados espacialmente, se pueden conseguir tasas de datos superiores.

En una forma de realización de la disposición, el módulo emisor está configurado para radiar una señal de excitación a la estación base, que corresponde a una señal piloto MIMO masivo de un terminal móvil.

10

Esto tiene la ventaja de que todas las informaciones necesarias se pueden comunicar a la estación base mediante la señal piloto MIMO masivo como si la conexión de comunicación se iniciara directamente, es decir, sin hacer uso del módulo emisor, mediante el terminal móvil.

15

En una forma de realización, la disposición comprende también un módulo receptor que está configurado para recibir una señal de sincronización de la estación base, y el módulo emisor está configurado para radiar la señal de excitación de una manera sincronizada con la red a la estación base sobre la base de la señal de sincronización.

20 Esto tiene la ventaja de que hay una sincronización con la red y, por tanto, se pueden implementar en particular sistemas TDD.

Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un procedimiento para ampliar el alcance de sistemas de radio Massive Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) a zonas de sombra, con: generar y emitir una señal de excitación a la estación base mediante una antena exterior, dispuesta por fuera de una zona de sombra en el alcance de radio de una estación base, para excitar la estación base para conformar así un haz MIMO masivo en dirección de la antena exterior; y transmitir una señal de radio, recibida por la estación base mediante una antena exterior, a un aparato de comunicación inalámbrico dentro de la zona de sombra mediante una antena interior, estando acoplada la antena interior a la antena exterior y dispuesta dentro de la zona de sombra en el alcance de radio del aparato de comunicación inalámbrico.

25

30

Tal procedimiento permite transmitir eficientemente señales de radio a zonas con muy poca cobertura. Incluso en caso de una atenuación de penetración extremadamente alta, como la esperada en intervalos de frecuencia a utilizar en el futuro, se pueden enviar señales de telefonía móvil a zonas de sombra. El sistema MIMO masivo posibilita el uso múltiple de los mismos recursos de frecuencia y tiempo mediante la separación espacial de señales de radio. El procedimiento posibilita la cobertura de zonas de sombra con intensidades de campo recibidas más altas, y se pueden aumentar la señal útil respecto a la relación de interferencia, así como la señal útil respecto a la relación de ruido y, por consiguiente, el flujo de datos.

35

Según un tercer aspecto, la invención se refiere a un dispositivo para ampliar el alcance de sistemas de radio Massive Multiple-Input Multiple-Output (M-MIMO) a zonas de sombra, con: una antena exterior que se puede disponer por fuera de una zona de sombra en el alcance de radio de una estación base; y un módulo emisor configurado para generar una señal de excitación y radiarla mediante la antena exterior a la estación base, estando configurada la señal de excitación para excitar la estación base para conformar así un haz MIMO masivo en dirección de un aparato de comunicación móvil dentro de la zona de sombra.

40

45

Con este dispositivo se pueden conseguir las mismas ventajas que con la disposición o el procedimiento mencionados arriba. Otra ventaja radica en que el dispositivo puede tener una construcción muy compacta, porque está compuesto solo de una antena y un módulo emisor. Así, por ejemplo, la antena puede estar diseñada como conjunto de antenas en una placa de circuito impreso, en la que puede estar implementado simultáneamente el módulo emisor.

50

En una forma de realización del dispositivo, el módulo emisor está configurado para radiar una señal de excitación a la estación base, que corresponde a una señal piloto MIMO masivo del aparato de comunicación móvil.

55

Esto tiene la ventaja de que todas las informaciones necesarias se pueden comunicar a la estación base mediante la señal piloto MIMO masivo como si la conexión de comunicación se iniciara directamente, es decir, sin hacer uso del módulo emisor, mediante el terminal móvil.

60 En una forma de realización, el dispositivo comprende también un módulo receptor para recibir la señal piloto MIMO masivo del aparato de comunicación móvil.

Esto tiene la ventaja de que el módulo emisor/receptor puede responder de manera flexible a terminales móviles existentes en el edificio y puede recibir y transmitir automáticamente sus señales piloto MIMO masivo. Por tanto, la estación base puede asignar de manera flexible los recursos necesarios para los terminales móviles que se registran a través del módulo emisor/receptor en el sistema de radio.

65

Otros ejemplos de realización se explican con referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

5 La Figura 1, una representación esquemática de un sistema de radio MIMO 100 con una disposición para ampliar el alcance del sistema de radio MIMO a una zona de sombra según una forma de realización;
 la Figura 2, una representación esquemática de una disposición 200 para ampliar el alcance del sistema de radio MIMO a una zona de sombra según una forma de realización;
 la Figura 3, una representación esquemática de un sistema de radio MIMO 300 con un dispositivo para ampliar el alcance del sistema de radio MIMO a una zona de sombra según una forma de realización; y
 10 la Figura 4, una representación esquemática de un procedimiento 400 para ampliar el alcance de un sistema de radio MIMO a una zona de sombra según una forma de realización.

En la descripción detallada siguiente se remite a los dibujos adjuntos que forman una parte de la misma y en los que a modo de ejemplo se muestran formas de realización específicas, en las que se puede implementar la invención.
 15 Es evidente que se pueden utilizar también otras formas de realización y realizar cambios estructurales o lógicos, sin desviarse del concepto de la presente invención. Por consiguiente, la descripción detallada siguiente no se ha de entender en un sentido limitante. Es evidente también que las características de los distintos ejemplos de realización, descritos aquí, se pueden combinar entre sí, salvo que se indique específicamente lo contrario.

20 Los aspectos y las formas de realización se describen con referencia a los dibujos, aplicándose en general los mismos números de referencia a los elementos iguales. A modo de explicación, en la descripción siguiente se menciona una gran cantidad de detalles específicos a fin de proporcionar una comprensión profunda de uno o varios aspectos de la invención. No obstante, para un técnico puede resultar evidente que uno o varios aspectos o formas de realización se pueden explicar con un menor grado de detalles específicos. En otros casos se representan
 25 estructuras y elementos conocidos de una forma esquemática para facilitar la descripción de uno o varios aspectos o formas de realización. Se entiende que se pueden utilizar otras formas de realización y realizar cambios estructurales o lógicos, sin desviarse del concepto de la presente invención.

Aunque una característica determinada o un aspecto determinado de una forma de realización pudiera haberse dado a conocer con referencia solo a una o varias implementaciones, este tipo de característica o este tipo de aspecto se puede combinar también con uno o varios otros aspectos o características, como se desea y puede ser ventajoso para una aplicación dada o determinada. Asimismo, en la medida que los términos “contener”, “tener”, “con” u otras variantes de los mismos se utilicen en la descripción detallada o las reivindicaciones, tales términos deberán estar incluidos de una manera similar al término “comprender”. Los términos “acoplado” y “unido” pueden haberse utilizado
 30 junto con derivaciones de los mismos. Se entiende que este tipo de términos se puede utilizar para indicar que dos elementos cooperan o interactúan independientemente uno del otro, si están en contacto físico o eléctrico directo o no están en contacto directo entre sí. Además, el término “a modo de ejemplo” se ha de entender únicamente como un ejemplo en vez de una indicación de lo mejor u óptimo. Por consiguiente, la descripción siguiente no se ha de entender en un sentido limitante.

40 La figura 1 muestra una representación esquemática de un sistema de radio MIMO 100 con una disposición para ampliar el alcance del sistema de radio MIMO a una zona de sombra según una forma de realización. La zona de sombra es producida aquí por un edificio 110, estando situados todos los componentes dentro del edificio 110 dentro de la zona de sombra y estando situados los componentes por fuera del edificio, en particular en los lados exteriores delanteros del edificio 110 por fuera de la zona de sombra.

La disposición comprende un repetidor pasivo económico, como se describe, por ejemplo, arriba, en combinación con un módulo emisor 102 en el lado de la zona de sombra (o del edificio 110) que está dirigido hacia la estación base 120. El módulo emisor 102 emite mediante una antena (exterior) 101 señales piloto 122 en dirección de la estación base MIMO masivo o del conjunto de antenas MIMO masivo 120 de la estación base para “excitarla” con el fin de poder conformar permanentemente al menos un haz MIMO masivo 121 a partir de la estación base MIMO masivo 120 en dirección “Indoor-Hotspot”. El repetidor “pasivo” puede prolongar la señal 123 hacia la zona interior. Los usuarios dentro del edificio 110 pueden beneficiarse de un haz MIMO masivo 121 que se prolonga hacia el edificio mediante el repetidor.
 50

Los “repetidores pasivos” se pueden instalar en edificios 110 (por ejemplo, centros comerciales, edificios de oficina, ...) u otros hotspots con poca cobertura de telefonía móvil, por ejemplo, trenes o plazas. El procedimiento se puede aplicar tanto en entornos LOS (Line of Sight, línea de visión) como en entornos NLOS (Non Line of Sight, sin línea de visión).
 55

La antena 101, orientada hacia la estación base 120, puede estar diseñada como antena individual o como antena MIMO. Una antena MIMO posibilita la transmisión de varios flujos de datos paralelos, separados espacialmente, entre la estación base 120 y el repetidor. Por consiguiente, se pueden proporcionar anchos de banda de datos altos. En este ejemplo de realización, el componente de módulo emisor apoya los procedimientos MIMO correspondientes.
 60

El “repetidor pasivo” está compuesto de una antena (exterior orientada) 101 y una antena (interior orientada) 111
 65

5 unidas mediante, por ejemplo, un cable coaxial 103, y transmite a la zona interior o la zona a cubrir mediante una antena (es decir, mediante la antena interior 111). En particular la antena interior puede estar diseñada también como “antena omnidireccional”, es decir, como antena que emite y/o recibe en una zona de 360 grados o también en una zona parcial de la misma. El repetidor puede funcionar de manera bidireccional o unidireccional. Con el procedimiento o esta disposición se pueden conectar también hotspots móviles, tales como autobuses o vehículos sobre carriles (por ejemplo, trenes).

10 Como se menciona arriba, los repetidores pasivos tienen la desventaja de que la ganancia de sistema está limitada, véase arriba. Las ganancias de sistema altas en la interfaz de radio de sistemas MIMO masivo compensan, sin embargo, las desventajas de los repetidores pasivos.

El procedimiento o la disposición se puede utilizar también para conectar estaciones base pequeñas (microceldas, picoceldas o femtoceldas) a la red principal de telefonía móvil, por ejemplo, mediante redes de retorno.

15 Para la transmisión de la señal de radio 123 entre la zona exterior y la zona interior se pueden utilizar distintos procedimientos. Además de la solución económica, descrita arriba, con repetidor pasivo se pueden utilizar también procedimientos ópticos, por ejemplo, basados en VLC (Visible Light Communication), es decir, mediante luz visible, o también otros procedimientos que se describieron arriba con referencia a la transmisión de señales de radio.

20 El módulo emisor 102 emite una señal piloto 122, con ayuda de la que la estación base MIMO masivo 120 determina según el estándar la dirección o la matriz del canal de radio del repetidor y que permite que ésta sea capaz de conformar un “beam” 121.

25 La señal piloto 122, enviada por el repetidor, puede corresponder aquí a un piloto MIMO masivo usual de un terminal móvil, por ejemplo, el equipo de usuario 112 (User Equipment). En el sistema Time Division Duplex (TDD, Sistema dúplex por división de tiempo), la señal piloto 122 se transmite en sincronía con la red. A tal efecto, el módulo emisor debería ser capaz de recibir señales de sincronización de la estación base 120. En este caso, el módulo emisor/receptor 102 está diseñado de manera similar a un terminal móvil normal, por ejemplo, el UE 112. En sistemas Frequency Division Duplex (FDD, Dúplex por división de frecuencia), el componente activo puede estar diseñado, dado el caso, como simple módulo emisor 102, porque no es necesaria forzosamente una sincronización con la red de telefonía móvil.

35 En otra realización, un repetidor puede radiar un código especial para que la estación base (BS) pueda identificar que se trata de un “repetidor”. El código “Repetidor” puede influir en la estación base MIMO masivo 120 respecto a su estrategia de asignación de recursos.

40 El procedimiento o la disposición descrita aquí crea la premisa para poder suministrar señales de radio a zonas de poca cobertura. Cuando se tiene en cuenta la matriz de canal de radio entre la estación base 120 y el repetidor, se proporciona un “beam” 121 en dirección hotspot. Incluso en caso de una atenuación de penetración extremadamente alta, como la esperada en intervalos de frecuencia a utilizar en el futuro, se pueden suministrar señales de telefonía móvil 113 a zonas de sombra. El sistema MIMO masivo posibilita el uso múltiple de los mismos recursos de frecuencia y tiempo mediante la separación espacial de señales de radio. La combinación del sistema MIMO masivo y del repetidor pasivo posibilita el uso de repetidores económicos.

45 El procedimiento o la disposición descrita aquí posibilita la cobertura de zonas de sombra con intensidades de campo recibidas más altas, y aumentan la señal útil respecto a la relación de interferencia, así como la señal útil respecto a la relación de ruido y, por consiguiente, el flujo de datos de los sistemas de radio. Mediante el procedimiento o la disposición descrita aquí se pueden transmitir esencialmente de una manera más eficiente y amplia tasas de datos altas a zonas del borde celular.

50 Mediante la instalación del repetidor en posiciones, en las que no se encuentran usualmente clientes de telefonía móvil, el haz 121 conformado respecto al repetidor se puede poner a disposición de una zona de sombra 110 exclusivamente con ayuda del repetidor y, por tanto, los recursos de frecuencia y tiempo pueden ser asignados adicionalmente por otros usuarios o repetidores separados espacialmente. De este modo se pueden proporcionar anchos de banda de datos altos a hotspots, incluso a zonas de sombra.

55 En este sentido se ha de señalar que no es necesario realizar forzosamente una transmisión de la señal mediante un repetidor, diseñado de cualquier manera. En otra variante, el módulo emisor 102 puede excitar la estación base M-MIMO 120 para conformar así un haz hacia una zona de sombra y poner a disposición una intensidad de señal suficiente para superar la atenuación de penetración. Tal ejemplo de realización se describe en detalle más adelante con referencia a la figura 3.

60 La figura 2 muestra una representación esquemática de una disposición 200 para ampliar el alcance de sistemas de radio Massive Multiple-Input Multiple-Output (M-MIMO) a zonas de sombra 210 según una forma de realización. La zona de sombra 210 se puede formar, por ejemplo, mediante el interior de un edificio, por ejemplo, un edificio 110, como se describe en la figura 1, o de un vehículo o mediante la parte trasera de un edificio. Por zona de sombra se

ha de entender una zona, en la que una comunicación vía radio con una estación base está afectada, es decir, una zona situada fuera del alcance de radio de la estación base o en una zona límite del alcance de radio, por ejemplo, en el borde celular.

5 La disposición 200 comprende una antena exterior 101, una antena interior 111, un módulo emisor 102 y un transmisor de señales de radio 202. La antena exterior 101 puede estar en correspondencia con la antena exterior 101, descrita en la figura 1, y se puede disponer por fuera de una zona de sombra 210 en el alcance de radio de una estación base, por ejemplo, la estación base descrita en la figura 1 con conjunto de antenas MIMO masivo 120. La antena interior 111 puede estar en correspondencia con la antena interior 111, descrita en la figura 1, y se puede
10 disponer dentro de la zona de sombra 210 en el alcance de radio de al menos un aparato de comunicación inalámbrico, por ejemplo el UE 112 de la figura 1. Los términos "interior" y "exterior" se refieren aquí al área respectiva dentro o fuera de la zona de sombra. El módulo emisor 102 puede estar en correspondencia con el módulo emisor 102, descrito en la figura 1, y está diseñado para generar una señal de excitación, por ejemplo, una señal de excitación 122, como se describe en la figura 1, y radiarla a la estación base 120 mediante la antena exterior 101. En este caso, la señal de excitación 122 está diseñada para excitar la estación base 120 y conformar
15 así un haz MIMO masivo 121, que se identifica también como beam, en dirección de la antena exterior 101. El transmisor de señales de radio 202 puede estar en correspondencia con el cable coaxial 103, descrito en la figura 1, o puede estar diseñado como se describe arriba en general con referencia a la transmisión de señales de radio. El transmisor de señales de radio 202 está diseñado para transmitir una señal de radio de la estación base 120, recibida por la antena exterior 101, por ejemplo, una señal útil 123 según la figura 1, al aparato de comunicación inalámbrico 112 mediante la antena interior 111.

En una forma de realización, el transmisor de señales de radio 202, 103 puede formar junto con la antena exterior 101 y la antena interior 111 un repetidor pasivo, por ejemplo, un repetidor pasivo, como se describe arriba en
25 general con referencia a la transmisión de señales de radio, que puede estar diseñado para prolongar el haz MIMO masivo 121, recibido por la antena exterior 101, con la señal de radio 123 hacia la zona de sombra 210. En una forma de realización, el repetidor pasivo puede funcionar de manera bidireccional, es decir, se pueden transmitir señales tanto en dirección de la antena interior 111 a la antena exterior 101 como en dirección de la antena exterior 101 a la antena interior 111. En una forma de realización alternativa, el repetidor pasivo puede funcionar de manera unidireccional, es decir, se pueden transmitir señales en dirección de la antena interior 111 a la antena exterior 101 o en dirección de la antena exterior 101 a la antena interior 111.

En un ejemplo de realización, el transmisor de señales de radio 202 puede estar configurado como cable coaxial 103, por ejemplo, como se describe en la figura 1, que une la antena exterior 101 a la antena interior 111.
35

En un ejemplo de realización, el módulo emisor 102 puede estar diseñado para radiar un código específico a la estación base 120, que le indica a la estación base 120 una solicitud de recurso correspondiente. Este código puede indicar, por ejemplo, que varios haces 121 deben ser generados por la estación base y orientados en dirección de la antena exterior 101 para garantizar una tasa de datos correspondiente. El código se puede crear, por ejemplo, en
40 dependencia del número de UE que se encuentran en el edificio o la zona de sombra 210 y a los que debe dar cobertura la estación base.

En un ejemplo de realización, el transmisor de señales de radio 202 puede estar diseñado para establecer una conexión de retorno (backhaul) entre la estación base 120 y el aparato de comunicación inalámbrico 112. Este aparato de comunicación inalámbrico puede ser, por ejemplo, una celda de radio pequeña, por ejemplo, una microcelda, picocelda o femtocelda, que es responsable de la comunicación con otros aparatos de comunicación 112. El tráfico de retorno de esta célula de radio pequeña se puede guiar entonces mediante la estación base 120.
45

En un ejemplo de realización, el transmisor de señales de radio 202 puede comprender un transmisor óptico que está diseñado para transmitir una señal óptica entre la antena exterior 101 y la antena interior 111, por ejemplo, mediante un cable de fibra de vidrio o una interfaz aérea, por ejemplo, un medio óptico tal como un cristal.
50

En un ejemplo de realización, el transmisor de señales de radio 202 puede comprender un transmisor VLC (Visible Light Communication) que está diseñado para transmitir una señal VLC entre la antena exterior 101 y la antena interior 111, como se describe arriba.
55

El transmisor de señales de radio 202 puede comprender convertidor de frecuencia y/o un convertidor de tecnología. El convertidor de frecuencia puede estar diseñado para convertir la señal de radio 123, recibida por la antena exterior 101, en una señal de radio 113 con otra frecuencia y transmitirla al aparato de comunicación inalámbrico 112 mediante la antena interior 111. El convertidor de tecnología puede estar diseñado para convertir la señal de radio 123, recibida por la antena 101, en una señal de radio 113 con otra tecnología de radio y transmitirla al aparato de comunicación inalámbrico 112 mediante la antena interior 111. Se entiende que son posibles combinaciones de las dos conversiones mencionadas arriba. Por ejemplo, la señal de radio 123 puede ser recibida por la antena exterior 101 mediante un LTE o red de comunicación 5G, mientras que la señal de radio 113 puede ser radiada por la antena interior 111 mediante una red WLAN.
60
65

Tanto la antena exterior 101 como la antena interior 111 pueden estar configuradas como antenas direccionales o puede ser orientables. En este caso, la antena exterior 101 se puede orientar hacia la estación base 120 y/o la antena interior 11 se puede orientar hacia el al menos un aparato de comunicación inalámbrico 112.

5 En un ejemplo de realización, el transmisor de señales de radio 202 puede comprender un transmisor MIMO que puede estar diseñado para transmitir la señal de radio 123 en forma de varios flujos de datos paralelos, separados espacialmente, al aparato de comunicación inalámbrico 112.

10 En un ejemplo de realización, el módulo emisor 102 puede estar configurado para emitir una señal de excitación 122 a la estación base 120, que corresponde a una señal piloto MIMO masivo de un terminal móvil 112.

15 En un ejemplo de realización, la disposición puede comprender también un módulo receptor o el módulo emisor puede estar configurado como módulo emisor/receptor y diseñado para recibir una señal de sincronización de la estación base 120. En esta realización, el módulo emisor 102 puede radiar la señal de excitación 122 de una manera sincronizada con la red a la estación base 120 sobre la base de la señal de sincronización.

La figura 3 muestra una representación esquemática de un sistema de radio MIMO 300 con un dispositivo 310 para ampliar el alcance del sistema de radio MIMO a una zona de sombra 210 según una forma de realización.

20 El dispositivo comprende una antena exterior, por ejemplo, una antena exterior 101, como se describe arriba con referencia a las figuras 1 y 2, y un módulo emisor, por ejemplo, un módulo emisor 102, como se describe arriba con referencia a las figuras 1 y 2, que tiene, sin embargo, una funcionalidad ampliada, como se describe a continuación.

25 La antena exterior 101 se puede disponer por fuera de una zona de sombra 210 en el alcance de radio de una estación base 120.

30 El módulo emisor 102 está diseñado para generar una señal de excitación 322 y radiarla mediante la antena exterior 101 a la estación base, por ejemplo, una estación base con conjunto de antenas MIMO masivo 120, como se describe arriba con referencia a las figuras 1 y 2. La señal de excitación 322 está diseñada para excitar la estación base 120 para conformar así un haz MIMO masivo 321 en dirección de un aparato de comunicación móvil 112 dentro de la zona de sombra 210. Es decir, a diferencia del ejemplo de realización de las figuras 1 y 2, la estación base 120 no orienta más el haz MIMO masivo 121 hacia la antena exterior 101, sino que genera un haz 321 en dirección al aparato de comunicación móvil 112 que puede estar situado dentro de la zona de sombra 210.

35 En este escenario se supone que el UE 112 no genera un haz con suficiente alcance que pueda penetrar la zona de sombra 210, por ejemplo, el interior del edificio, hasta la estación base 120, mientras que la estación base 120 dispone, por la otra parte, de suficiente energía para generar haces penetrantes correspondientes 321. El UE 112 puede estar acoplado, por ejemplo, al módulo emisor 102 para proporcionar al módulo emisor 102 las informaciones sobre la posición del UE 112 con el fin de que la estación base pueda generar el haz 321 respecto a la posición del UE.

45 Alternativamente, el UE 112 puede transmitir una señal piloto al módulo emisor 102 o el módulo emisor 102 puede recibir una señal piloto, que fue irradiada por el UE 112 y no penetra hasta la estación base 120, y transmitirla (de manera amplificada) a la estación base 120. La estación base recibe a continuación la señal piloto como si ésta procediera directamente del UE 112 y genera un haz con las coordenadas correctas sobre la base de la señal piloto recibida del UE 112.

50 En una forma de realización, el módulo emisor 102 puede estar diseñado para radiar una señal de excitación 322 a la estación base 120, que corresponde a una señal piloto MIMO masivo 312 del aparato de comunicación móvil 112. El dispositivo 310 puede comprender también un módulo receptor o el módulo emisor 102 puede estar diseñado como módulo emisor/receptor para recibir la señal piloto MIMO masivo 312 del aparato de comunicación móvil 112.

La figura 4 muestra una representación esquemática de un procedimiento 400 para ampliar el alcance de un sistema de radio MIMO a una zona de sombra según una forma de realización.

55 El procedimiento comprende: generar y radiar 401 una señal de excitación a la estación base mediante una antena exterior, dispuesta por fuera de una zona de sombra en el alcance de radio de una estación base, para excitar la estación base para conformar así un haz MIMO masivo en dirección de la antena exterior, por ejemplo, como se describe arriba con referencia a las figuras 1 y 2.

60 El procedimiento comprende también: transmitir 402 una señal de radio, recibida por la estación base mediante la antena exterior, a un aparato de comunicación inalámbrico dentro de la zona de sombra mediante una antena interior, estando acoplada la antena interior a la antena exterior y dispuesta dentro de la zona de sombra en el alcance de radio del aparato de comunicación inalámbrico, por ejemplo, como se describe con referencia a las figuras 1 y 2.

65

5 Un aspecto de la invención comprende también un producto de programa informático que se puede cargar directamente en la memoria interna de un ordenador digital y comprende secciones de código de software, mediante las que se puede ejecutar el procedimiento 400 descrito en la figura 4, si el producto funciona en un ordenador. El producto de programa informático puede estar almacenado en un medio informático adecuado, no transitorio, y puede comprender medios de programación legibles por ordenador que hacen que un ordenador ejecute el procedimiento 400.

10 El ordenador puede ser un PC, por ejemplo, un PC de una red informática. El ordenador puede estar implementado como un chip, un ASIC, un microprocesador o un procesador de señales y puede estar dispuesto en una red de comunicación, por ejemplo, una red de comunicación en el edificio 110 descrito en la figura 1.

15 Es evidente que las características de las distintas formas de realización, descritas aquí a modo de ejemplo, se pueden combinar entre sí, salvo que se indique específicamente lo contrario. Como se muestra en la descripción y los dibujos, los elementos individuales, representados de manera unida entre sí, no han de estar unidos directamente entre sí; elementos intermedios pueden estar previstos entre los elementos unidos. Es evidente también que formas de realización de la invención pueden estar implementadas en circuitos individuales, en circuitos parcialmente integrados o circuitos completamente integrados o medios de programación. El término "a modo de ejemplo" significa simplemente un ejemplo y no lo mejor u óptimo. Aunque se mostraron y describieron formas de realización determinadas, para el técnico resulta evidente que se puede poner en práctica una pluralidad de implementaciones alternativas y/o equivalentes, en lugar de las formas de realización mostradas y descritas, sin desviarse del concepto de la presente invención. La invención se define mediante las reivindicaciones independientes 1 y 9. Configuraciones preferidas de la invención se indican en las reivindicaciones secundarias. Aunque en esta descripción se divulgaron varias formas de realización y/o varios ejemplos, el objeto, para el que se solicita protección, está limitado estricta y exclusivamente a aquellas formas de realización y/o aquellos ejemplos que están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las formas de realización y/o los ejemplos mencionados en la descripción, que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones, son útiles para la comprensión de la invención

20

25

REIVINDICACIONES

1. Disposición (200) para ampliar el alcance de sistemas de radio Massive Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) a zonas de sombra (210), con:

5 una antena exterior (101) que está dispuesta por fuera de una zona de sombra (210) en el alcance de radio de una estación base (120);
 una antena interior (111) que está dispuesta dentro de la zona de sombra (210) en el alcance de radio de al menos un aparato de comunicación inalámbrico (112);
 10 un módulo emisor (102) configurado para generar una señal de excitación (122) y radiarla mediante la antena exterior (101) a la estación base (120), estando configurada la señal de excitación (122) para excitar la estación base (120) para conformar así un haz MIMO masivo (121) en dirección de la antena exterior (101); y
 un transmisor de señales de radio (202, 103) configurado para transmitir una señal de radio (123), recibida por la antena exterior (101), de la estación base (120) al aparato de comunicación inalámbrico (112) mediante
 15 la antena interior (111),
 formando el transmisor de señales de radio (202, 103) junto con la antena exterior (101) y la antena interior (111) un repetidor pasivo que está configurado para prolongar el haz MIMO masivo (121), recibido por la antena exterior (101), con la señal de radio (123) hacia la zona de sombra (210).

20 2. Disposición (200) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el transmisor de señales de radio (202, 103) está configurado como cable coaxial (103) que une la antena exterior (101) a la antena interior (111).

3. Disposición (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el módulo emisor (102) está configurado para radiar un código específico a la estación base (120), indicando el código específico de la estación
 25 base (120) una solicitud de recurso correspondiente.

4. Disposición (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el transmisor de señales de radio (202, 103) está configurado para establecer una conexión de retorno entre la estación base (120) y el aparato
 de comunicación inalámbrico (112).
 30

5. Disposición (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que la antena exterior (101) se puede orientar mecánica y/o eléctricamente hacia la estación base (120) y/o la antena interior (111) se puede orientar mecánica y/o eléctricamente hacia el al menos un aparato de comunicación inalámbrico (112).

35 6. Disposición (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el transmisor de señales de radio (202, 103) comprende un transmisor MIMO que está configurado para transmitir la señal de radio (123) en forma de varios flujos de datos paralelos, separados espacialmente, al aparato de comunicación inalámbrico (112).

7. Disposición (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en la que el módulo emisor (102) está configurado para radiar una señal de excitación (122) a la estación base (120), que corresponde a una señal piloto
 40 MIMO masivo de un terminal móvil (112).

8. Disposición (200) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, también con:
 45 un módulo receptor (102) que está configurado para recibir una señal de sincronización de la estación base (120),
 estando configurado el módulo emisor (102) para radiar la señal de excitación (122) de una manera sincronizada con la red a la estación base (120) sobre la base de la señal de sincronización.

9. Procedimiento (400) para ampliar el alcance de sistemas de radio Massive Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) a zonas de sombra, con:

55 generar y radiar (401) una señal de excitación a la estación base mediante una antena exterior, dispuesta por fuera de una zona de sombra en el alcance de radio de una estación base, para excitar la estación base para conformar así un haz MIMO masivo en dirección de la antena exterior; y
 transmitir (402) mediante un transmisor de señales de radio (202, 103) una señal de radio, recibida por la estación base mediante la antena exterior, a un aparato de comunicación inalámbrico dentro de la zona de sombra mediante una antena interior, estando acoplada la antena interior a la antena exterior y estando dispuesta dentro de la zona de sombra en el alcance de radio del aparato de comunicación inalámbrico,
 60 formando el transmisor de señales de radio junto con la antena exterior y la antena interior un repetidor pasivo que está configurado para prolongar el haz MIMO masivo, recibido por la antena exterior, con la señal de radio hacia la zona de sombra.

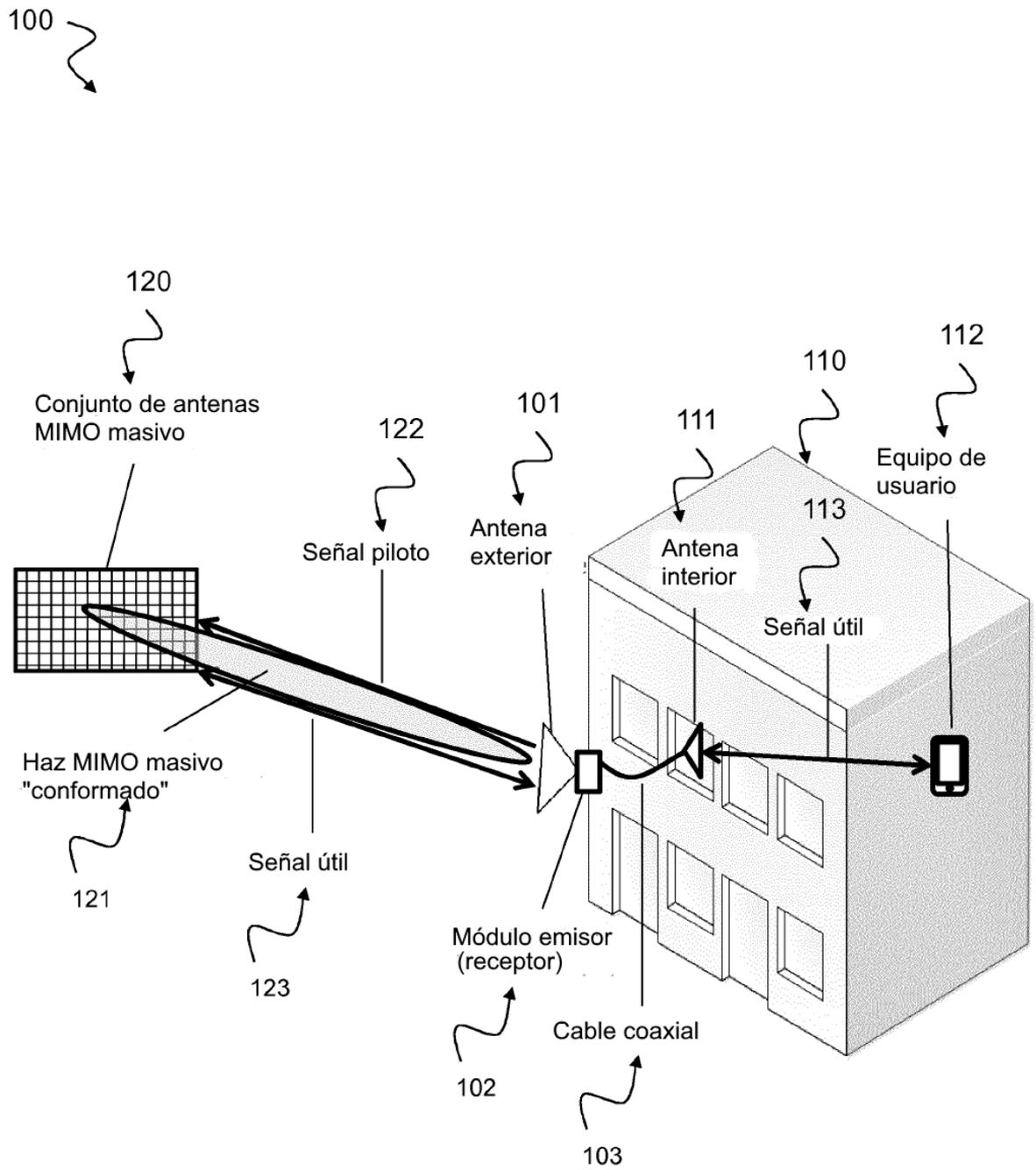


Fig. 1

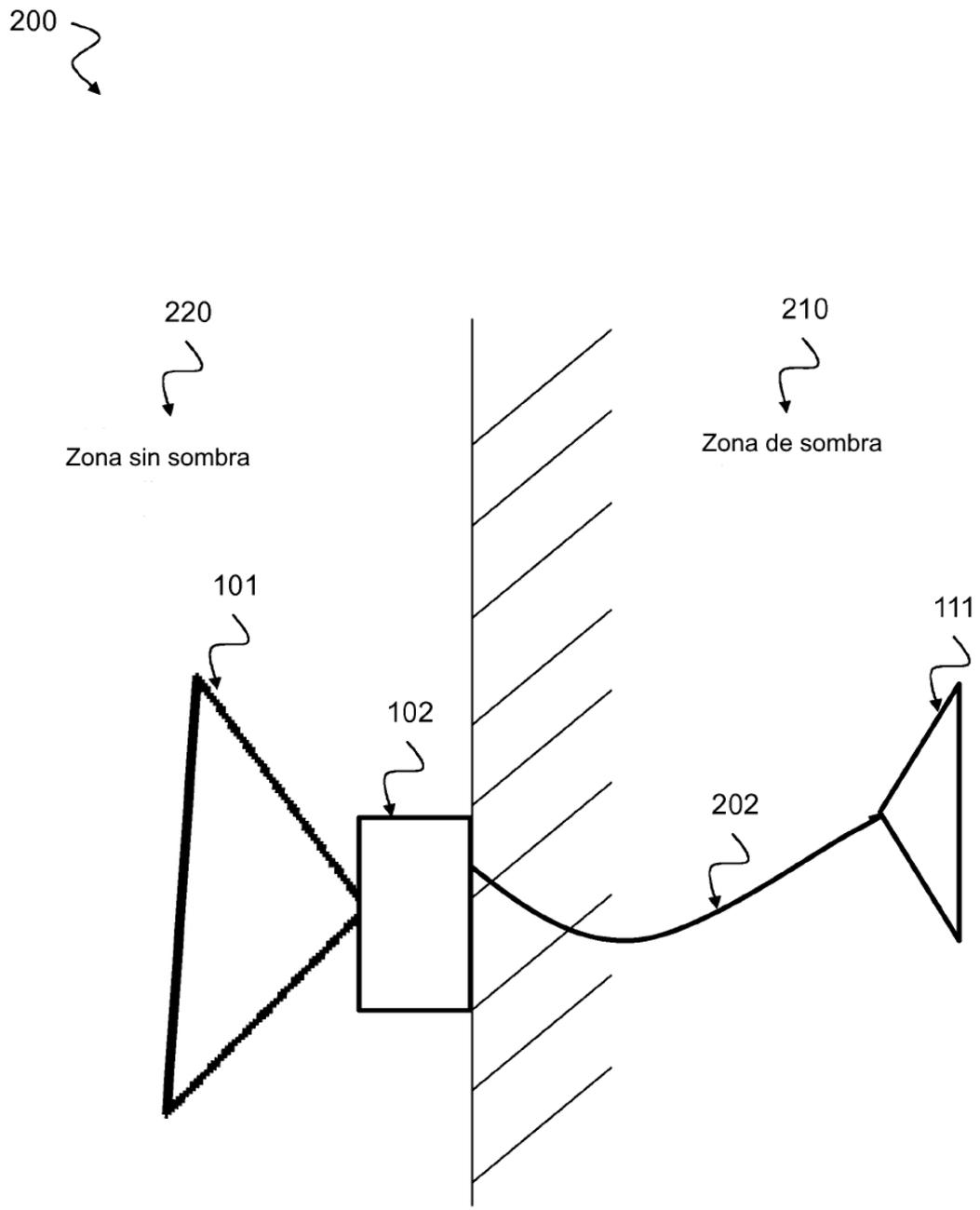


Fig. 2

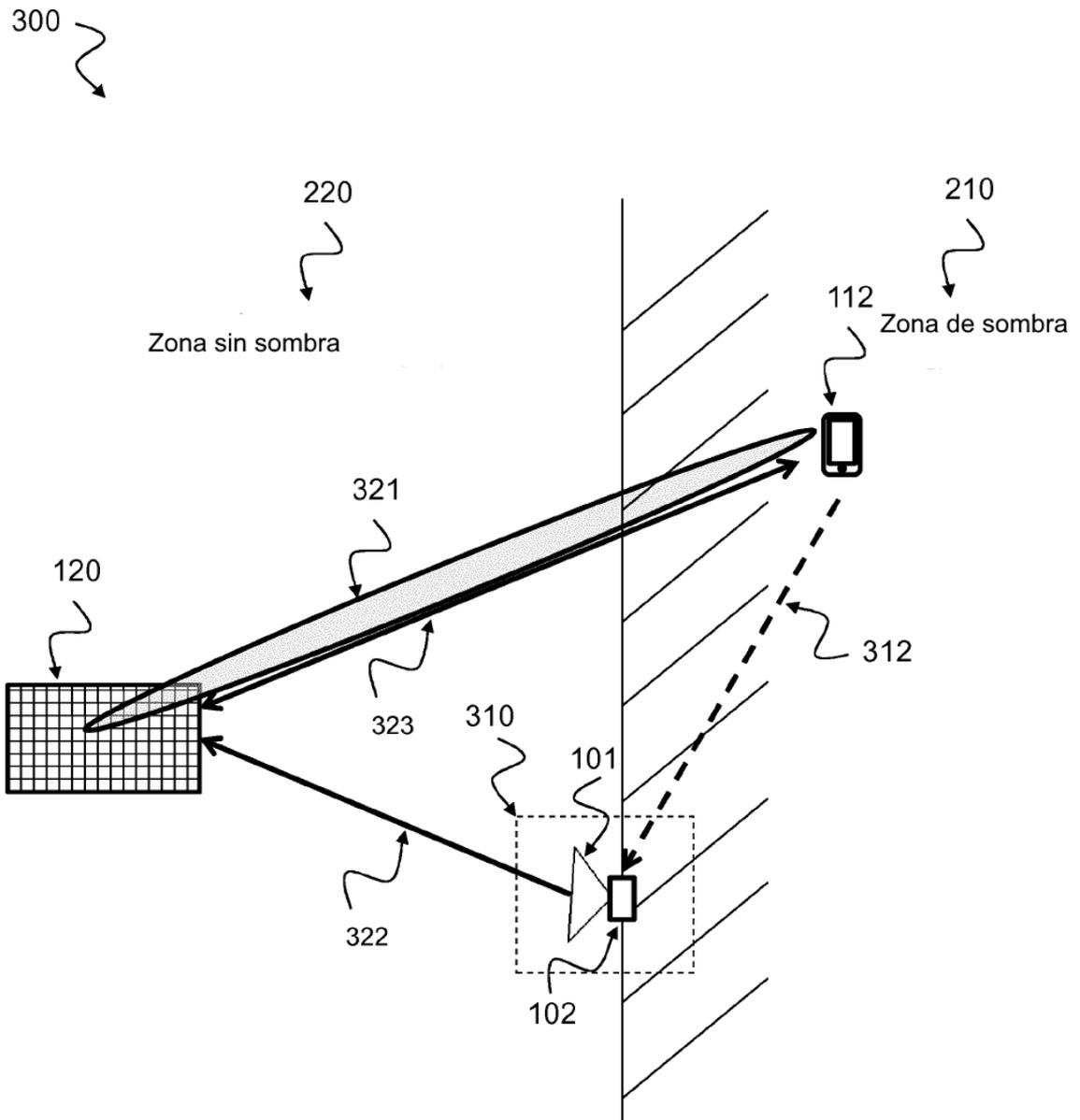


Fig. 3

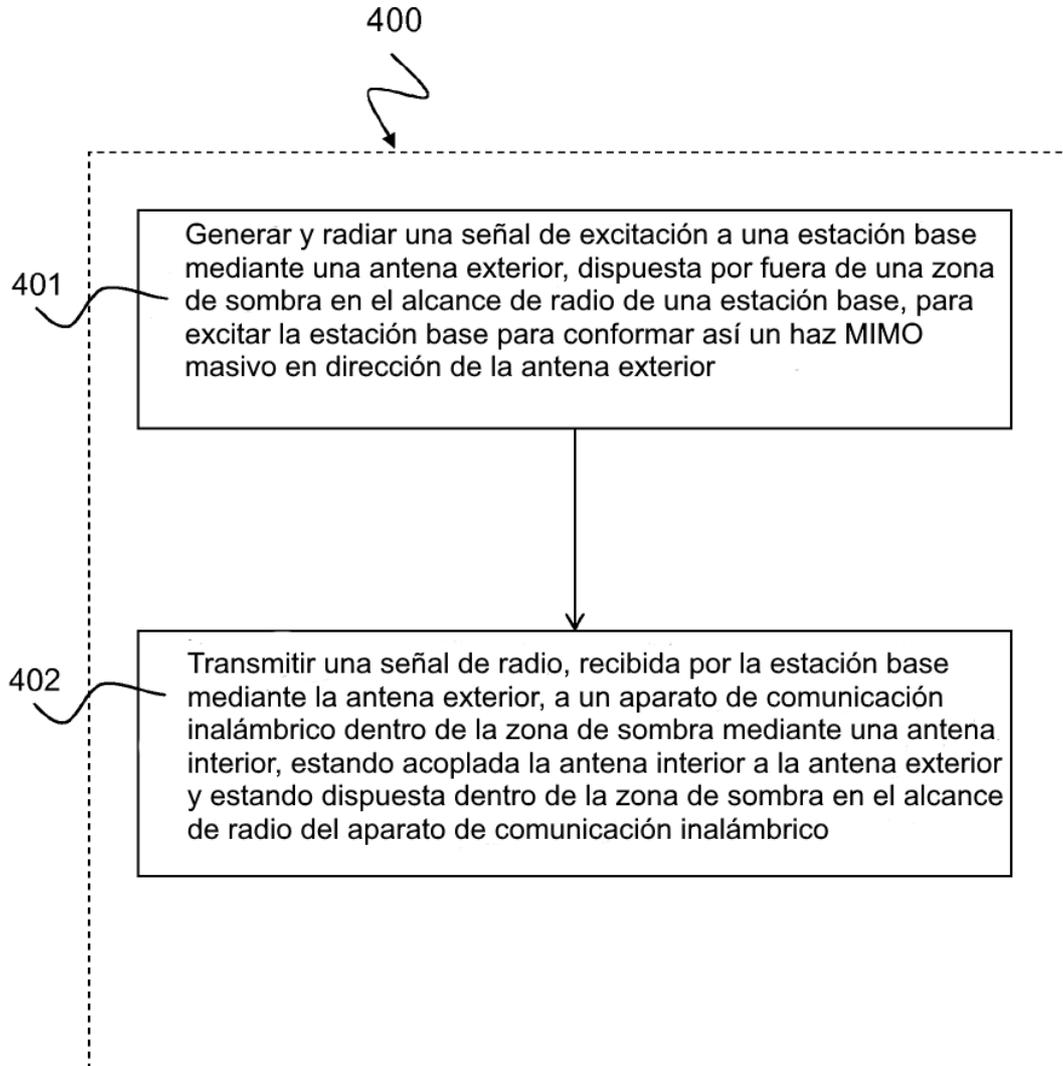


Fig. 4