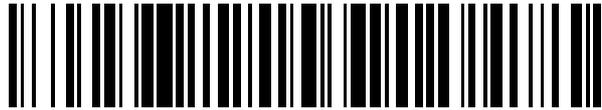


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 971**

51 Int. Cl.:

| | |
|--------------------|-----------|
| H04B 3/54 | (2006.01) |
| H01P 3/10 | (2006.01) |
| H04B 7/0413 | (2007.01) |
| H04L 25/03 | (2006.01) |
| H04W 16/18 | (2009.01) |
| H04W 72/04 | (2009.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2015 PCT/US2015/056316**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2016 WO16081124**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2015 E 15791102 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 3221973**

54 Título: **Dispositivo de transmisión con ecualización de canal y control y métodos para su utilización con el mismo**

30 Prioridad:

20.11.2014 US 201414548429

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

29.10.2019

73 Titular/es:

**AT&T INTELLECTUAL PROPERTY I, L.P. (100.0%)
675 West Peachtree Street, Suite 4000
Atlanta, GA 30308, US**

72 Inventor/es:

**HENRY, PAUL SHALA;
BENNETT, ROBERT;
GERSZBERG, IRWIN;
BARZEGAR, FARHAD;
BARNICKEL, DONALD J. y
WILLIS III, THOMAS M.**

74 Agente/Representante:

RIZZO , Sergio

ES 2 728 971 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

Dispositivo de transmisión con equalización de canal y control y métodos para su utilización con el mismo

CAMPO DE LA INVENCION

5 [0001] La exposición en cuestión se refiere a comunicaciones mediante una transmisión de microondas en una red de comunicaciones.

ANTECEDENTES

10 [0002] A medida que los teléfonos inteligentes y otros dispositivos portátiles están cada vez más extendidos, y aumenta el uso de datos, los dispositivos de estación base de macrocélulas y la infraestructura inalámbrica existente necesitan a su vez una capacidad de ancho de banda más alta a fin de hacer frente al aumento de la demanda. Para proporcionar ancho de banda móvil adicional, se está procurando implementar células pequeñas, con microcélulas y picocélulas proporcionando cobertura para áreas mucho más pequeñas que las macrocélulas tradicionales. El documento de patente US 2007/211786 A1 propone interferometría de portadora para proporcionar protocolos de transmisión de banda ancha con selectividad de banda de frecuencia.

SUMARIO DE LA INVENCION

15 [0003] La invención está definida por las reivindicaciones independientes adjuntas. Las reivindicaciones dependientes constituyen modos de realización de la invención. Cualquier otro objeto de la invención fuera del ámbito de protección de las reivindicaciones ha de considerarse como un ejemplo que no se corresponde con la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

20 [0004]

La **FIG. 1** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de comunicaciones de onda guiada de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

25 La **FIG. 2** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un acoplador de guía de onda dieléctrica de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 3** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un acoplador de guía de onda dieléctrico de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

30 La **FIG. 4** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un acoplador de guía de onda dieléctrico de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

Las **FIGs. 5A y 5B** son diagramas de bloques que ilustran modos de realización de ejemplo no limitativos de un acoplador de guía de onda dieléctrica y un transceptor de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

35 La **FIG. 6** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un acoplador de guía de onda dieléctrico doble de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

40 La **FIG. 7** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un acoplador de guía de onda dieléctrica bidireccional de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 8** ilustra un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un acoplador de guía de onda dieléctrica bidireccional de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

45 La **FIG. 9** ilustra un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de repetidor bidireccional de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 10** ilustra un diagrama de flujo de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un método para transmitir una transmisión con un acoplador de guía de onda dieléctrica tal como se describe en el presente documento.

50 La **FIG. 11** es un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un entorno informático de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 12** es un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de una plataforma de red móvil de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

55 Las **FIGs. 13a, 13b y 13c** son diagramas de bloques que ilustran modos de realización de ejemplo no limitativos de un acoplador de guía de onda ranurada de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

Las **FIGs. 14a y 14b** son diagramas de bloques que ilustran un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de acoplamiento de guía de onda de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 15** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de comunicaciones de onda guiada de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

5 La **FIG. 16** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un dispositivo de transmisión de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 17** es un diagrama que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de una distribución electromagnética de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 18** es un diagrama que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de una distribución electromagnética de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

10 La **FIG. 19** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un dispositivo de transmisión de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 20** es un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un dispositivo de transmisión de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

15 La **FIG. 21** es un diagrama que ilustra modos de realización de ejemplo no limitativos de distribuciones electromagnéticas de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 22** es un diagrama que ilustra modos de realización de ejemplo no limitativos de patrones de propagación de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 23** es un diagrama que ilustra modos de realización de ejemplo no limitativos de distribuciones electromagnéticas de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

20 La **FIG. 24** es un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de comunicaciones de onda guiada de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

La **FIG. 25** es un diagrama que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de parámetros de canal de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento.

25 La **FIG. 26** ilustra un diagrama de flujo de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un método tal como se describe en el presente documento.

La **FIG. 27** ilustra un diagrama de flujo de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un método tal como se describe en el presente documento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

30 **[0005]** Uno o más modos de realización se describen ahora con referencia a las figuras, donde se utilizan números de referencia similares para hacer referencia a elementos similares en todo el documento. En la siguiente descripción, con fines explicativos, se exponen numerosos detalles a fin de proporcionar una comprensión profunda de los varios modos de realización. No obstante, es evidente que los varios modos de realización pueden ponerse en práctica en combinaciones distintas y sin estos detalles (y sin aplicarse a ningún entorno de red o estándar en particular).

35 **[0006]** Para proporcionar conectividad de red a dispositivos de estación base adicionales, la red de retorno que une las células de comunicación (por ejemplo, microcélulas y macrocélulas) a dispositivos de red del núcleo de red se expande en la misma medida. De manera similar, para proporcionar conectividad de red a un sistema de antenas distribuidas, resulta conveniente un sistema de comunicaciones extendido que una los dispositivos de estación base y sus antenas distribuidas. Pueden proporcionarse un sistema de comunicaciones de onda guiada para habilitar una conectividad de red adicional, aumentada o alternativa y puede proporcionarse un sistema de acoplamiento de guía de onda para transmitir y/o recibir comunicaciones de onda guiada (por ejemplo, onda de superficie) en un medio de transmisión, como un cable u otro conductor que funcione como una línea de transmisión unifilar o un material dieléctrico que funcione como una guía de onda y/u otro medio de transmisión que funcione de otro modo para guiar la transmisión de una onda electromagnética.

40 **[0007]** En un modo de realización de ejemplo, un acoplador de guía de onda que se utiliza en un sistema de acoplamiento de guía de onda puede estar hecho de un material dieléctrico, u otro aislante de baja pérdida (por ejemplo, Teflón, polietileno, etc.), o puede hacerse de un material conductor (por ejemplo, metálico, no metálico, etc.), o cualquier combinación de los materiales anteriores. La referencia a lo largo de la descripción detallada a la "guía de onda dieléctrica" es meramente ilustrativa y no limita que los modos de realización estén fabricados únicamente de materiales dieléctricos. En otros modos de realización, son posibles otros materiales dieléctricos o aislantes. Se apreciará que una variedad de medios de transmisión como: alambres, ya estén aislados o no, y ya sean de un filamento o de múltiples filamentos; conductores de otras formas o configuraciones incluyendo haces de alambres, cables, varas, rieles, tubos; no conductores como tubos dieléctricos, varas, rieles u otros elementos dieléctricos; combinaciones de materiales conductores y dieléctricos; u otros medios de transmisión de onda guiada pueden utilizarse con comunicaciones de onda guiada sin alejarse de los modos de realización de ejemplo.

45 **[0008]** Para estas y/u otras consideraciones, en uno o más modos de realización, un dispositivo de transmisión incluye una interfaz de comunicaciones que recibe una primera señal de comunicación que incluye primeros datos. Un transceptor genera una primera onda electromagnética en función de la primera señal de comunicación para transmitir primeros datos, presentando la primera onda electromagnética al menos una frecuencia portadora y al menos una longitud de onda correspondiente. Un acoplador acopla la primera onda

electromagnética en un medio de transmisión presentando al menos una parte interna rodeada de un material dieléctrico, presentando el material dieléctrico una superficie exterior y una circunferencia correspondiente, donde el acoplamiento de la primera onda electromagnética en el medio de transmisión forma una segunda onda electromagnética que es guiada para propagarse a lo largo de la superficie exterior del material dieléctrico mediante al menos un modo de onda guiada que incluye un modo asimétrico, donde la al menos una frecuencia portadora está en una banda de frecuencia de onda milimétrica y donde la al menos una longitud de onda correspondiente es menor que la circunferencia del medio de transmisión.

[0009] En uno o más modos de realización, un dispositivo de transmisión incluye un transmisor que genera una primera onda electromagnética en función de una señal de comunicación para transmitir datos, presentando la primera onda electromagnética al menos una frecuencia portadora y al menos una longitud de onda correspondiente. Un acoplador acopla la primera onda electromagnética en un medio de transmisión unifilar presentando una superficie exterior y una circunferencia correspondiente, donde el acoplamiento de la primera onda electromagnética en el medio de transmisión unifilar forma una segunda onda electromagnética que es guiada para propagarse a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión unifilar mediante al menos un modo de onda guiada que incluye un modo asimétrico, donde la al menos una frecuencia portadora está en una banda de frecuencia de onda milimétrica y donde la al menos una longitud de onda correspondiente es menor que la circunferencia del medio de transmisión unifilar.

[0010] En uno o más modos de realización, un método incluye generar una primera onda electromagnética en función de una señal de comunicación para transmitir datos, presentando la primera onda electromagnética al menos una frecuencia portadora y al menos una longitud de onda correspondiente. Un acoplador acopla la primera onda electromagnética en un medio de transmisión unifilar presentando una superficie dieléctrica exterior y una circunferencia correspondiente, donde el acoplamiento de la primera onda electromagnética en el medio de transmisión unifilar forma una segunda onda electromagnética que es guiada para propagarse a lo largo de la superficie exterior dieléctrica mediante al menos un modo de onda guiada, donde la al menos una frecuencia portadora está en una banda de frecuencia de onda milimétrica y donde la al menos una longitud de onda correspondiente es menor que la circunferencia del medio de transmisión.

[0011] En uno o más modos de realización, un dispositivo de transmisión incluye una interfaz de comunicación que recibe una primera señal de comunicación que incluye primeros datos. Un transceptor genera una primera onda electromagnética en función de la primera señal de comunicación para transmitir los primeros datos, presentando la primera onda electromagnética al menos una frecuencia portadora. Un acoplador acopla la primera onda electromagnética a un medio de transmisión presentando al menos una parte interna rodeada de un material dieléctrico, presentando el material dieléctrico una superficie exterior y una circunferencia correspondiente, donde el acoplamiento de la primera onda electromagnética al medio de transmisión forma una segunda onda electromagnética que es guiada para propagarse a lo largo de la superficie exterior del material dieléctrico mediante al menos un modo de onda guiada que incluye un modo asimétrico que presenta una frecuencia de corte más baja, y donde la al menos una frecuencia portadora se selecciona para que esté dentro de un intervalo limitado de la frecuencia de corte inferior.

[0012] Varios modos de realización descritos en el presente documento se refieren a un sistema de transmisión para lanzar y extraer transmisiones de onda guiada (por ejemplo, comunicaciones de onda de superficie que son ondas electromagnéticas) desde un cable. A frecuencias de onda milimétrica, donde la longitud de onda es pequeña en comparación con el tamaño del equipo, las transmisiones pueden propagarse como ondas guiadas por una longitud de onda, como una tira o pedazo de material dieléctrico u otro acoplador. La estructura de campo electromagnético de la onda guiada puede estar dentro y/o fuera del acoplador. Cuando este acoplador se coloca a poca distancia de un medio de transmisión (por ejemplo, un cable, línea eléctrica u otro medio de transmisión), al menos una parte de la onda guiada se desacopla de la longitud de onda y se acopla al medio de transmisión, y continúa propagándose como ondas guiadas, como ondas de superficie alrededor de la superficie del cable.

[0013] En uno o más modos de realización, un acoplador incluye una parte receptora que recibe una primera onda electromagnética transmitiendo primeros datos desde un dispositivo receptor. Una parte de guía conduce la primera onda electromagnética hasta una intersección para acoplar la primera onda electromagnética a un medio de transmisión. La primera onda electromagnética se propaga mediante al menos un primer modo de onda guiada. El acoplamiento de la primera onda electromagnética al medio de transmisión forma una segunda onda electromagnética que es guiada para propagarse a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión mediante al menos una segunda onda guiada que difiere del al menos un primer modo de onda guiada.

[0014] En uno o más modos de realización, un módulo de acoplamiento incluye una pluralidad de partes receptoras que reciben una pluralidad de primeras ondas electromagnéticas correspondientes que transmiten primeros datos. Una pluralidad de partes de guía conducen la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas hasta una pluralidad de intersecciones correspondientes para acoplar la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas a un medio de transmisión. La pluralidad de primeras ondas electromagnéticas se propagan mediante al menos un primer modo de onda guiada y el acoplamiento de la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas al medio de transmisión forma una pluralidad de segundas ondas electromagnéticas que son

guiadas para propagarse a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión mediante al menos un segundo modo de onda guiada que difiere del al menos un primer modo de onda guiada.

5 **[0015]** En uno o más modos de realización, un dispositivo de transmisión incluye al menos un transceptor configurado para modular datos para generar una pluralidad de primeras ondas electromagnéticas. Una pluralidad de acopladores están configurados para acoplar al menos una parte de la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas en un medio de transmisión, donde la pluralidad de acopladores generan una pluralidad de segundas ondas electromagnéticas multiplexadas por división de modo que se propagan a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión. Por ejemplo, la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas puede propagarse a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión mediante unos distintos de una pluralidad de modos de onda guiada.

10 **[0016]** En uno o más modos de realización, un dispositivo de transmisión incluye al menos un transceptor configurado para modular datos para generar una pluralidad de primeras ondas electromagnéticas de conformidad con unos parámetros de control de canal. Una pluralidad de acopladores están configurados para acoplar al menos una parte de la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas en un medio de transmisión, donde la pluralidad de acopladores generan una pluralidad de segundas ondas electromagnéticas que se propagan a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión. Un controlador de entrenamiento se configura para generar los parámetros de control de canal en función de la información de estado de canal recibida desde al menos un dispositivo de transmisión remoto.

20 **[0017]** De conformidad con un modo de realización de ejemplo, la onda electromagnética es una onda de superficie, que es un tipo de onda guiada que es guiada por una superficie del medio de transmisión, que puede incluir una superficie externa o exterior del cable, una superficie externa o exterior de un recubrimiento dieléctrico o revestimiento aislante, u otra superficie de un medio de transmisión que sea adyacente o esté expuesta a otro tipo de medio que presente propiedades diferentes (por ejemplo, propiedades dieléctricas). De hecho, en un modo de realización de ejemplo, una superficie de la transmisión que guía una onda de superficie puede representar una superficie de transición entre dos tipos distintos de medios. Por ejemplo, en el caso de un cable desnudo o sin aislamiento, la superficie del cable puede ser la superficie externa o exterior conductora del cable desnudo o sin aislamiento que está expuesto al aire o espacio libre. Como en otro ejemplo, en el caso de cable sin aislamiento, la superficie del cable puede ser la parte conductora del cable que se junta con la parte aislante del cable, o puede ser de otro modo la superficie aislada del cable que está expuesta al aire o espacio libre, o puede ser de otro modo cualquier zona pertinente entre la superficie aislada del cable y la parte conductora del cable que se junta con la parte aislante del cable, dependiendo de las diferencias relativas de las propiedades (por ejemplo, propiedades dieléctricas) del aislante, aire, y/o el conductor y dependiendo además de la frecuencia y modo o modos de propagación de la onda guiada.

35 **[0018]** Conforme a un modo de realización de ejemplo, las ondas guiadas tales como las ondas de superficie pueden compararse con transmisiones de radio por espacio libre/aire o propagación convencional de señales o energía eléctrica a través del conductor del cable. De hecho, con los sistemas de onda guiada u onda de superficie descritos en el presente documento, las señales o energía eléctrica convencional aún pueden propagarse o transmitirse a través del conductor del cable, mientras que las ondas guiadas (incluyendo ondas de superficie y otras ondas electromagnéticas) pueden rodear toda o parte de la superficie del cable y propagarse a lo largo del cable con poca pérdida, de conformidad con un modo de realización de ejemplo. En un modo de realización de ejemplo, una onda de superficie puede tener una estructura de campo (por ejemplo, una estructura de campo electromagnético) que se extiende principal o sustancialmente por fuera del medio de transmisión que sirve para guiar la onda de superficie.

45 **[0019]** En un modo de realización de ejemplo, las ondas guiadas empleadas en la presente memoria pueden compararse con ondas de Sommerfeld utilizadas como un medio de propagación a lo largo de un cable que se limitan a ondas presentando longitudes de onda mayores que, no menos que, la circunferencia del cable. En un modo de realización de ejemplo, las ondas guiadas empleadas en la presente memoria pueden compararse con sistemas E-Wave y G-Wave que funcionan mediante la propagación del modo fundamental y no en función de la propagación de al menos un modo asimétrico. En un modo de realización de ejemplo, las ondas guiadas empleadas en la presente memoria pueden compararse con la propagación de ondas de plasmones superficiales a lo largo de un único cable de metal basándose en las agrupaciones de electrones que se forman en los conductores a frecuencias tales como frecuencias ópticas, muy superior, y no inferior a γ , la frecuencia de colisión media de electrones del material conductor. Estos sistemas de la técnica anterior han fracasado a la hora de abordar la propagación de ondas guiadas para un medio de transmisión, donde la onda guiada incluye un modo asimétrico que se propaga a frecuencias de baja pérdida, como en la banda de onda milimétrica, que son menores que la frecuencia de colisión media de electrones del material conductor. Estos sistemas de la técnica anterior han fracasado a la hora de abordar la propagación de ondas guiadas para un medio de transmisión que incluya un dieléctrico exterior, donde la onda guiada incluye un modo asimétrico que se propaga con baja pérdida con campos concentrados alrededor de la superficie exterior del dieléctrico.

60 **[0020]** De conformidad con un modo de realización de ejemplo, las ondas electromagnéticas que se propagan a lo largo de un cable son inducidas por otras ondas electromagnéticas que se propagan a lo largo de una guía de

onda cerca del cable. La inducción de ondas electromagnéticas puede ser independiente de cualquier carga, corriente o potencial eléctrico que se introduzca o se transmita de otro modo a través de los cables como parte de un circuito eléctrico. Debe apreciarse que mientras que una corriente pequeña en el cable puede formarse como respuesta a la propagación de la onda electromagnética a través del cable, esto puede deberse a la propagación de la onda electromagnética a lo largo de la superficie del cable, y no está formada en respuesta a la carga, corriente o potencial eléctrico que se introduzca en el cable como parte de un circuito eléctrico. Por consiguiente, las ondas electromagnéticas que viajan por el cable no necesitan un circuito para propagarse a lo largo de la superficie del cable. El cable, por tanto, es una línea de transmisión unifilar que no necesita un circuito. Además, en algunos modos de realización, no es necesario un cable, y las ondas electromagnéticas pueden propagarse a lo largo de un medio de transmisión de línea única que no sea un cable.

[0021] Según un modo de realización de ejemplo, el término "medio de transmisión unifilar" se utiliza en conjunto con la transmisión mediante ondas electromagnéticas que están guiadas por un cable, pero no necesitan el cable para formar parte de un circuito para respaldar dicha propagación. Un sistema de transmisión puede incluir múltiples medios de transmisión unifilares que actúan para transmitir dichas ondas guiadas, con distintas ondas siendo guiadas por unos distintos de los medios de transmisión unifilares.

[0022] Según un modo de realización de ejemplo, el término "alrededor" de un cable utilizado en conjunto con una onda guiada (por ejemplo, una onda de superficie) puede incluir modos de propagación de ondas fundamentales y otras ondas guiadas presentando una distribución de campo circular o sustancialmente circular (por ejemplo, campo eléctrico, campo electromagnético, etc.) al menos parcialmente en torno a un cable. Además, cuando una onda guiada se propaga "alrededor" de un cable, se propaga longitudinalmente a lo largo del cable mediante un modo de propagación de onda (al menos un modo de onda guiada) que puede incluir no solo los modos de propagación de ondas fundamentales (por ejemplo, modos de orden cero), pero de forma adicional o alternativa, otros modos de propagación de ondas no fundamentales como los modos de onda guiada de orden más alto (por ejemplo, modos de primer orden, modos de segundo orden, etc.), modos asimétricos y/u otras ondas guiadas (por ejemplo, de superficie) que tengan distribuciones de campo no circulares en torno a un cable.

[0023] Por ejemplo, dichas distribuciones de campo no circulares pueden ser unilaterales o multilaterales con uno o más lóbulos azimutales caracterizados por una intensidad de campo relativamente más alta y/o uno o más nulos o regiones nulas caracterizados por una intensidad de campo relativamente baja, una intensidad de campo nula, o una intensidad de campo sustancialmente nula. Asimismo, la distribución de campo puede variar de otro modo como una función de una orientación azimutal longitudinal alrededor del cable de modo que una o más regiones de orientación azimutal alrededor del cable tienen una intensidad de campo magnético o eléctrico (o una combinación de ambas) que es mayor que una o más regiones de orientación azimutal, según un modo de realización de ejemplo. Se apreciará que las posiciones relativas de los modos de orden más alto o modos asimétricos puede variar a medida que la onda guiada recorre el cable.

[0024] Haciendo referencia ahora a la **FIG. 1**, se muestra un diagrama de bloques ilustrando un modo de realización no limitativo de ejemplo de un sistema de comunicaciones de onda guiada 100. El sistema de comunicaciones de onda guiada 100 representa un entorno de ejemplo en el que puede utilizarse un dispositivo de transmisión, acoplador o módulo de acoplamiento.

[0025] El sistema de comunicaciones de onda guiada 100 puede ser un sistema de antenas distribuidas que incluye uno o más dispositivos de estación base (por ejemplo, el dispositivo de estación base 104) que están acoplados de forma comunicativa a un emplazamiento de macrocélula 102 u otra conexión de red. Un dispositivo de estación base 104 puede estar conectado por una conexión por cable (por ejemplo, fibra y/o cable), o inalámbrica (por ejemplo, microondas) al emplazamiento de macrocélula 102. Las macrocélulas como el emplazamiento de macrocélula 102 pueden tener conexiones destinadas a la red móvil y el dispositivo de estación base 104 puede compartir y/o utilizar de otro modo la conexión del emplazamiento de macrocélula 102. El dispositivo de estación base 104 puede estar montado en, o unido a un poste de servicios públicos 116. En otros modos de realización, el dispositivo de estación base 104 puede estar cerca de los transformadores y/u otras ubicaciones situadas cerca de una línea eléctrica.

[0026] El dispositivo de estación base 104 puede facilitar la conectividad a una red móvil para los dispositivos móviles 122 y 124. Las antenas 112 y 114, montadas sobre o cerca de los postes de servicios públicos 118 y 120, respectivamente, pueden recibir señales desde un dispositivo de estación base 104 y transmitir esas señales a los dispositivos móviles 122 y 124 sobre un área mucho más amplia que si las antenas 112 y 114 estuviesen situadas en o cerca del dispositivo de estación base 104.

[0027] Cabe destacar que la **FIG. 1** muestra tres postes de servicios públicos, con un dispositivo de estación base, en aras de la simplicidad. En otros modos de realización, el poste de servicios públicos 116 puede tener más dispositivos de estación base, y son posibles uno o más postes de servicios públicos con antenas distribuidas.

[0028] Un dispositivo de transmisión, como un dispositivo de acoplamiento de guía de onda dieléctrico 106 puede transmitir la señal desde el dispositivo de la estación base 104 a las antenas 112 y 114 mediante un(as)

línea(s) eléctrica(s) o de utilidad pública que conecta(n) los postes de servicios públicos 116, 118, y 120. Para transmitir la señal, la fuente de radio y/o el acoplador 106 eleva la frecuencia de la señal (por ejemplo, mediante una mezcla de frecuencias) desde el dispositivo de estación base 104 o convierte de otro modo la señal desde el dispositivo de estación base 104 a una señal de banda de onda milimétrica presentando al menos una frecuencia portadora en la banda de frecuencia de onda milimétrica. El dispositivo de acoplamiento de guía de onda dieléctrica 106 lanza una onda de banda de onda milimétrica que se propaga como una onda guiada (por ejemplo, una onda de superficie u otra onda electromagnética) recorriendo la línea de utilidad pública u otro cable. En el poste de servicios públicos 118, otro dispositivo de transmisión, como un dispositivo de acoplamiento de guía de onda dieléctrica 108 que recibe la onda guiada (y opcionalmente pueda amplificarlo según sea necesario o se desee o funcione como un repetidor digital para recibirlo y regenerarlo) y lo envía hacia adelante como una onda guiada (por ejemplo, onda de superficie u otra onda electromagnética) en la línea de utilidad pública u otro cable. El dispositivo de acoplamiento de guía de onda dieléctrica 108 también puede extraer una señal de la onda guiada de banda de onda milimétrica y desplazarla a frecuencias más bajas o convertirla de otro modo a su frecuencia de banda celular original (por ejemplo, 1,9 GHz u otra frecuencia celular definida) u otra frecuencia de banda celular (o no celular). Una antena 112 puede transmitir (por ejemplo, de manera inalámbrica) la señal desplazada de manera descendente a un dispositivo móvil 122. El proceso puede repetirse mediante otro dispositivo de transmisión, como un dispositivo de acoplamiento de guía de onda dieléctrica 110, antena 114 y dispositivo móvil 124, según sea necesario o conveniente.

[0029] Las transmisiones desde los dispositivos móviles 122 y 124 también pueden recibirse mediante las antenas 112 y 114 respectivamente. Los repetidores en los dispositivos de acoplamiento de guía de onda dieléctrica 108 y 110 pueden desplazar de manera ascendente o convertir de otro modo las señales de banda celulares en bandas de onda milimétricas y transmitir las señales como transmisiones de onda guiada (por ejemplo, onda de superficie u otra onda electromagnética) sobre la(s) línea(s) eléctrica(s) hasta el dispositivo de estación base 104.

[0030] En un modo de realización de ejemplo, el sistema 100 puede emplear trayectos con diversidad, donde dos o más líneas de utilidad pública u otros cables se extienden entre los postes de servicios públicos 116, 118 y 120 (por ejemplo, dos o más cables entre los polos 116 y 120) y se transmiten transmisiones redundantes desde la estación base 104 como ondas guiadas por toda la superficie de las líneas de servicios públicos u otros cables. Las líneas de utilidad pública u otros cables pueden tener o no aislamiento, y dependiendo de las condiciones ambientales que provocan pérdidas de transmisión, los dispositivos de acoplamiento pueden recibir de manera selectiva señales desde las líneas de servicios públicos u otros cables con o sin aislamiento. La selección puede basarse en mediciones de la relación señal/ruido de los cables, o en función de condiciones ambientales/meteorológicas determinadas (por ejemplo, detectores de humedad, pronósticos meteorológicos, etc.). El uso de trayectos con diversidad con el sistema 100 puede habilitar capacidades de enrutamiento alternativas, un equilibrio de carga, un aumento de la manipulación de carga, comunicaciones síncronas o bidireccionales simultáneas, comunicaciones del espectro ensanchado, etc. (Véase la **FIG. 8** para más detalles ilustrativos).

[0031] Cabe señalar que el uso de los dispositivos de acoplamiento de guía de onda dieléctrica 106, 108 y 110 en la **FIG. 1** se incluye tan solo a título de ejemplo, y que en otros modos de realización, son posibles otros usos. Por ejemplo, pueden utilizarse dispositivos de acoplamiento de guía de onda dieléctrica en sistemas de comunicaciones de red de retorno, proporcionando conectividad de red a dispositivos de estación base. Los dispositivos de acoplamiento de guía de onda dieléctrica pueden utilizarse en muchas circunstancias donde es deseable transmitir comunicaciones de guía de onda por un cable, ya esté aislado o no. Los dispositivos de acoplamiento de guía de onda dieléctrica son mejoras con respecto a otros dispositivos de acoplamiento debido a que no hay contacto o hay un contacto eléctrico y/o físico limitado con los cables que pueden transportar altos voltajes. Con dispositivos de acoplamiento de guía de onda dieléctrica, el aparato puede estar situado lejos del cable (por ejemplo, separado del cable) y/o situado en el cable siempre que no esté en contacto eléctrico con el cable, dado que el dieléctrico actúa como aislante, permitiendo una instalación barata, fácil y/o menos compleja. No obstante, como se ha señalado anteriormente, pueden emplearse acopladores no dieléctricos o conductores, en concreto en configuraciones donde los cables se corresponden con una red telefónica, una red de televisión por cable, un servicio de datos de banda ancha, un sistema de comunicaciones de fibra óptica, u otra red que emplee bajos voltajes o que presente líneas de transmisión aisladas.

[0032] Cabe señalar además que, aunque el dispositivo de estación base 104 y el emplazamiento de macrocélula 102 se ilustran en un modo de realización de ejemplo, también son posibles otras configuraciones de red. Por ejemplo, pueden emplearse dispositivos como puntos de acceso u otras puertas de enlace inalámbricas de manera similar para extender el alcance de otras redes como una red de área local inalámbrica, una red de área personal inalámbrica, u otra red inalámbrica que funcione de conformidad con un protocolo de comunicación como el protocolo 802.11, el protocolo WIMAX, el protocolo UltraWideband, el protocolo Bluetooth, el protocolo Zigbee, u otro protocolo inalámbrico.

[0033] Haciendo referencia ahora a la **FIG. 2** se ilustra un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de acoplamiento de guía de onda dieléctrica 200 de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. El sistema 200 comprende una guía de onda dieléctrica 204 que

5 presenta una onda 206 propagándose como una onda guiada alrededor de una superficie de guía de onda de la
 10 guía de onda dieléctrica 204. En un modo de realización de ejemplo, la guía de onda dieléctrica 204 está
 15 curvada, y al menos una parte de la guía de onda dieléctrica 204 puede situarse cerca de un cable 202 a fin de
 20 facilitar el acoplamiento entre la guía de onda dieléctrica 204 y el cable 202, tal como se describe en el presente
 documento. La guía de onda dieléctrica 204 puede situarse de tal forma que una parte de la guía de onda
 dieléctrica curvada 204 es paralela o sustancialmente paralela al cable 202. La parte de la guía de onda
 dieléctrica 204 que es paralela al cable puede ser un ápice de la curva, o cualquier punto donde una tangente de
 la curva sea paralela al cable 202. Cuando la guía de onda dieléctrica 204 esté posicionada o situada de este
 modo, la onda 206 que se propaga a lo largo de la guía de onda dieléctrica 204 se acopla, al menos en parte, al
 cable 202, y se propaga como una onda guiada 208 alrededor o en torno a la superficie de cable del cable 202 y
 longitudinalmente a lo largo del cable 202. La onda guiada 208 puede caracterizarse como una onda de
 superficie u otra onda electromagnética, aunque también pueden permitirse otros tipos de ondas guiadas 208 sin
 alejarse de los modos de realización de ejemplo. Una parte de la onda 206 que no se acopla al cable 202 se
 propaga como una onda 210 a lo largo de la guía de onda dieléctrica 204. Se apreciará que la guía de onda
 dieléctrica 204 puede configurarse y estar dispuesta en una variedad de posiciones en relación con el cable 202
 para conseguir un nivel deseado de acoplamiento o no acoplamiento de la onda 206 al cable 202. Por ejemplo, la
 curvatura y/o longitud de la guía de onda dieléctrica 204 que es paralela o sustancialmente paralela, así como su
 distancia de separación (que puede incluir una distancia de separación cero en un modo de realización de
 ejemplo), al cable 202 puede variarse sin alejarse de los modos de realización de ejemplo. Del mismo modo, la
 disposición de la guía de onda dieléctrica 204 en relación con el cable 202 puede variarse en función de las
 consideraciones de las características intrínsecas respectivas (por ejemplo, grosor, composición, propiedades
 electromagnéticas, etc.) del cable 202 y la guía de onda dieléctrica 204, así como las características (por
 ejemplo, frecuencia, nivel de energía, etc.) de las ondas 206 y 208.

25 **[0034]** La onda guiada 208 se propaga en una dirección paralela o sustancialmente paralela al cable 202, aun
 cuando el cable 202 se dobla y se flexiona. Las curvas en el cable 202 pueden aumentar las pérdidas de
 transmisión, que también dependen de los materiales, frecuencia y diámetros del cable. Si las dimensiones de la
 guía de onda dieléctrica 204 se eligen para una transferencia de energía eficiente, la mayoría de la energía de la
 onda 206 se transfiere al cable 202, con poca energía quedándose en la onda 210. Se apreciará que la onda
 guiada 208 todavía puede ser de naturaleza multimodal (examinada en el presente documento), incluyendo
 30 presentar modos que sean no fundamentales o asimétricos, mientras se propaga a lo largo de un recorrido que
 sea paralelo o sustancialmente paralelo al cable 202, con o sin un modo de transmisión fundamental. En un
 modo de realización de ejemplo, pueden utilizarse modos no fundamentales o asimétricos para minimizar las
 pérdidas de transmisión y/u obtener distancias de propagación aumentadas.

35 **[0035]** Cabe señalar que el término paralelo es generalmente un constructo geométrico que a menudo no se
 puede conseguir en sistemas reales. En consecuencia, el término paralelo tal como se utiliza en la descripción en
 cuestión representa una aproximación en lugar de una configuración exacta cuando se utiliza para describir
 modos de realización descritos en la descripción en cuestión. En un modo de realización de ejemplo,
 sustancialmente paralelo puede incluir aproximaciones que no estén a más 30 grados del verdadero paralelismo
 en todas las dimensiones.

40 **[0036]** En un modo de realización de ejemplo, la onda 206 puede exhibir uno o más modos de propagación de
 onda. Los modos de guía de onda dieléctrica pueden depender de la forma y/o diseño de la guía de onda
 dieléctrica 204. El uno o más modos de guía de onda dieléctrica de la onda 206 pueden generar, influir o afectar
 a uno o más modos de propagación de onda de la onda guiada 208 que se propaga a lo largo del cable 202. En
 un modo de realización de ejemplo, los modos de propagación de onda en el cable 202 pueden ser similares a
 45 los modos de guía de onda dieléctrica dado que ambas ondas 206 y 208 se propagan alrededor del exterior de la
 guía de onda dieléctrica 204 y el cable 202 respectivamente. En algunos modos de realización, cuando la onda
 206 se acopla al cable 202, los modos pueden cambiar de forma debido al acoplamiento entre la guía de onda
 dieléctrica 204 y el cable 202. Por ejemplo, las diferencias en el tamaño, material, y/o impedancias de la guía de
 onda dieléctrica 204 y el cable 202 pueden crear modos adicionales que no están presentes en los modos de
 50 guía de onda dieléctrica y/o suprimen algunos de los modos de guía de onda dieléctrica. Los modos de
 propagación de onda pueden comprender el modo transversal electromagnético fundamental (Quasi-TEM₀₀),
 donde solo pequeños campos magnéticos y/o eléctricos se extienden en la dirección de propagación, y los
 campos eléctricos y magnéticos se extienden radialmente hacia fuera mientras que la onda guiada se propaga a
 lo largo del cable. Este modo de onda guiada puede tener forma de rosquilla, donde existen algunos campos
 55 electromagnéticos dentro de la guía de onda dieléctrica 204 o el cable 202. Las ondas 206 y 208 pueden
 comprender un modo TEM fundamental donde los campos se extienden radialmente hacia fuera, y también
 comprenden otros modos no fundamentales (por ejemplo, asimétricos, de nivel superior, etc.). Mientras que los
 modos de propagación de onda concretos se examinan más arriba, otros modos de propagación también son
 posibles, como los modos transversales magnéticos (TM) y transversales eléctricos (TE), en función de las
 60 frecuencias empleadas, el diseño de la guía de onda dieléctrica 204, las dimensiones y la composición del cable
 202, así como sus características de superficie, su aislamiento opcional, las propiedades electromagnéticas del
 entorno que lo rodea, etc. Cabría señalar que, dependiendo de la frecuencia, las características físicas y
 eléctricas del cable 202 y los modos de propagación de onda concretos que se generen, la guía de onda 208

puede recorrer la superficie conductora de un cable sin aislamiento oxidado, un cable sin aislamiento no oxidado, un cable con aislamiento y/o la superficie aislante de un cable con aislamiento.

5 **[0037]** En un modo de realización de ejemplo, un diámetro de la guía de onda dieléctrica 204 es más pequeño que el diámetro del cable 202. Para la longitud de onda de banda milimétrica que se está utilizando, la guía de onda dieléctrica 204 soporta un modo de guía de onda único que constituye la onda 206. Este modo de guía de onda único puede cambiar al acoplarse al cable 202 como la onda de superficie 208. Si la guía de onda dieléctrica 204 fuese más grande, se podría soportar más de un modo de guía de onda, pero estos modos de guía de onda adicionales no podrían acoplarse a la onda 202 de un modo tan eficiente, y podrían dar como resultado mayores pérdidas de acoplamiento. No obstante, en algunos modos de realización alternativos, el diámetro de la guía de onda dieléctrica 204 puede ser igual o mayor que el diámetro del cable 202, por ejemplo, donde son convenientes pérdidas de acoplamiento más altas o cuando se utiliza en conjunto con otras técnicas para reducir de otro modo las pérdidas de acoplamiento (por ejemplo, la adaptación de impedancias con abocinamiento, etc.).

15 **[0038]** En un modo de realización de ejemplo, la longitud de onda de las ondas 206 y 208 es comparable en tamaño, o más pequeña que una circunferencia de la guía de onda dieléctrica 204 y el cable 202. En un ejemplo, si la onda 202 tiene un diámetro de 0,5 cm, y una circunferencia correspondiente de aproximadamente 1,5 cm, la longitud de onda de la transmisión es de alrededor de 1,5 cm o menos, correspondiéndose con una frecuencia de 20 GHz o mayor. En otro modo de realización, una frecuencia adecuada de la señal de la onda portadora y de la transmisión está en el intervalo de 30-100 GHz, quizás alrededor de 30-60 GHz, y alrededor de 38 GHz en un ejemplo. En un modo de realización de ejemplo, cuando la circunferencia de la guía de onda dieléctrica 204 y el cable 202 es comparable en tamaño con, o mayor, que una guía de onda de la transmisión, las ondas 206 y 208 pueden exhibir múltiples modos de propagación de ondas incluyendo modos fundamentales y/o no fundamentales (simétricos y/o asimétricos) que se propagan a lo largo de suficientes distancias para soportar varios sistemas de comunicaciones descritos en el presente documento. Las ondas 206 y 208 pueden comprender por consiguiente más de un tipo de configuración de campo magnético y eléctrico. En un modo de realización de ejemplo, según se propaga la onda guiada 208 a lo largo del cable 202, las configuraciones del campo magnético y eléctrico seguirán siendo las mismas de un extremo del cable 202 al otro. En otros modos de realización, según la onda guiada 208 sufre interferencias o pierde energía debido a pérdidas de transmisión, las configuraciones de campo magnético y eléctrico pueden cambiar según se propaga la onda guiada 208 a lo largo del cable 202.

20 **[0039]** En un modo de realización de ejemplo, la guía de onda dieléctrica 204 puede estar compuesta de nailon, teflón, polietileno, una poliamida u otros plásticos. En otros modos de realización, son posibles otros materiales dieléctricos. La superficie de cable del cable 202 puede ser metálica con una superficie metálica descubierta, o puede estar aislada utilizando revestimiento plástico, dieléctrico, aislante u otro tipo de revestimiento. En un modo de realización de ejemplo, una guía de onda aislada/dieléctrica o no conductora de otro modo puede emparejarse o bien con un cable metálico/descubierto o bien con un cable aislado. En otros modos de realización, una guía de onda conductora y/o metálica puede emparejarse con un cable metálico/descubierto o un cable aislado. En un modo de realización de ejemplo, una capa de oxidación en la superficie metálica descubierta del cable 202 (por ejemplo, resultante de la exposición de la superficie metálica descubierta al oxígeno/aire) también puede proporcionar propiedades aislantes o dieléctricas de forma similar a las proporcionadas por algunos aislantes o revestimientos.

25 **[0040]** Cabe señalar que las representaciones gráficas de las ondas 206, 208 y 210 se presentan simplemente para ilustrar los principios que provoca la onda 206 o lanza de otro modo una onda guiada 208 en un cable 202 que funciona, por ejemplo, como una línea de transmisión unifilar. La onda 210 representa la parte de la onda 206 que se queda en la guía de onda dieléctrica 204 tras la generación de la onda guiada 208. Los propios campos magnéticos y eléctricos generados como resultado de dicha propagación de ondas pueden variar dependiendo de las frecuencias empleadas, el modo o modos de propagación de onda concretos, el diseño de la guía de onda dieléctrica 204, las dimensiones y la composición del cable 202, así como sus características de superficie, su aislamiento opcional, las propiedades electromagnéticas del entorno que lo rodea, etc.

30 **[0041]** Cabe señalar que la guía de onda dieléctrica 204 puede incluir un circuito de terminación o amortiguador 214 en el extremo de la guía de onda dieléctrica 204 que puede absorber la radiación o energía sobrante de la onda 210. El circuito de terminación o amortiguador 214 puede evitar y/o minimizar que la radiación sobrante de la onda 210 vuelva a reflejarse hacia el circuito de transmisión 212. En un modo de realización de ejemplo, el circuito de terminación o amortiguador 214 puede incluir resistencias de terminación, y/u otros componentes que llevan a cabo la adaptación de impedancias para atenuar la reflexión. En algunos modos de realización, si las eficiencias de emparejamiento son lo suficientemente altas, y/o la onda 210 es suficientemente pequeña, puede no ser necesario utilizar un circuito de terminación o amortiguador 214. En aras de la simplicidad, estos circuitos de terminación y de transmisión o amortiguadores 212 y 214 no se representan en el resto de figuras, pero en esos modos de realización, quizás sea posible utilizar circuitos de terminación y de transmisión o amortiguadores 212 y 214

[0042] Asimismo, aunque se presenta una única guía de onda dieléctrica 204 que genera una única guía de onda 208, pueden emplearse múltiples guías de onda dieléctricas 204 situadas en distintos puntos a lo largo del cable 202 y/o a distintas orientaciones azimutales alrededor del cable para generar y recibir múltiples ondas guiadas 208 a las mismas o a distintas frecuencias, en las mismas o distintas fases, y/o en los mismos o distintos modos de propagación de onda. La onda u ondas guiadas 208 pueden modularse para transmitir datos mediante una técnica de modulación como una modulación por desplazamiento de fase, modulación por desplazamiento de frecuencia, modulación de amplitud en cuadratura, modulación de amplitud, modulación multiportadora, y mediante técnicas de acceso múltiple como multiplexación por división de frecuencia, multiplexación por división de tiempo, multiplexación por división de código, multiplexación mediante distintos modos de propagación de onda y mediante otras estrategias de acceso y modulación.

[0043] Haciendo referencia ahora a la **FIG. 3**, se ilustra un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de acoplamiento de guía de onda dieléctrica 300 de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. El sistema 300 implementa un acoplador que comprende una guía de onda dieléctrica 304 y un cable 302 que tiene una onda 306 propagándose como una onda guiada alrededor de una superficie de cable del cable 302. En un modo de realización de ejemplo, la onda 306 puede caracterizarse como una onda de superficie u otra onda electromagnética.

[0044] En un modo de realización de ejemplo, la guía de onda dieléctrica 304 está curvada o presenta una curvatura de otro modo, y puede estar situada cerca de un cable 302 de tal forma que una parte de la guía de onda dieléctrica curvada 304 es paralela o sustancialmente paralela al cable 302. La parte de la guía de onda dieléctrica 304 que es paralela al cable puede ser un ápice de la curva, o cualquier punto donde una tangente de la curva sea paralela al cable 302. Cuando la guía de onda dieléctrica 304 está cerca del cable, la onda guiada 306 que recorre el cable 302 puede acoplarse a la guía de onda dieléctrica 304 y propagarse como la onda guiada 308 alrededor de la guía de onda dieléctrica 304. Una parte de la onda guiada 306 que no se acopla con la guía de onda dieléctrica 304 se propaga como una onda guiada 310 (por ejemplo, una onda de superficie u otra onda electromagnética) a lo largo del cable 302.

[0045] Las ondas guiadas 306 y 308 se mantienen paralelas al cable 302 y la guía de onda dieléctrica 304, respectivamente, aun cuando el cable 302 y la guía de onda dieléctrica 304 se doblen y se flexionen. Las curvas pueden aumentar las pérdidas de transmisión, que también dependen de los materiales, frecuencia y diámetros del cable. Si las dimensiones de la guía de onda dieléctrica 304 se eligen para una transferencia de energía eficiente, la mayoría de la energía de la onda guiada 306 se acopla a la guía de onda dieléctrica 304 y se queda poca en la onda 310.

[0046] En un modo de realización de ejemplo, un circuito receptor puede situarse en el extremo de la guía de onda 304 a fin de recibir la onda 308. Puede situarse un circuito de terminación en el extremo opuesto de la guía de onda 304 a fin de recibir ondas guiadas desplazándose en la dirección opuesta a la onda guiada 306 que se acoplan a la guía de onda 304. Por consiguiente, el circuito de terminación podría evitar y/o minimizar las reflexiones que son recibidas por el circuito receptor. Si las reflexiones son pequeñas, el circuito de terminación podría no ser necesario.

[0047] Cabe señalar que la guía de onda dieléctrica 304 puede estar configurada de tal modo que las polarizaciones seleccionadas de la onda de superficie 306 estén acopladas a la guía de onda dieléctrica 304 como la onda guiada 308. Por ejemplo, si la onda guiada 306 está hecha de ondas guiadas o de modos de propagación de onda con respectivas polarizaciones, la guía de onda dieléctrica 304 puede configurarse para recibir una o más ondas guiadas de polarización(es) seleccionada(s). La onda guiada 308 que se acopla con la guía de onda dieléctrica 304 es por tanto el conjunto de ondas guiadas que se corresponde con una o más de las polarización(es) seleccionada(s), y la onda guiada 310 adicional puede comprender las ondas guiadas que no coinciden con la(s) polarización(es) seleccionada(s).

[0048] La guía de onda dieléctrica 304 puede configurarse para recibir ondas guiadas de una polarización concreta en función de un ángulo/rotación alrededor del cable 302 en el que la guía de onda dieléctrica 304 esté situada (la orientación azimutal del acoplador) y el patrón azimutal de la estructura de campo de las ondas guiadas. Por ejemplo, si el acoplador está orientado para suministrar las ondas guiadas a lo largo del acceso horizontal y si la onda guiada 306 está polarizada de forma horizontal (es decir, la estructura de campo de las ondas guiadas se concentra en el eje horizontal), la mayor parte de la onda guiada 306 se transfiere a la guía de onda dieléctrica como la onda 308. En otro ejemplo, si la guía de onda dieléctrica 304 se rota 90 grados alrededor del cable 302, la mayor parte de la energía de la onda guiada 306 se quedaría acoplada al cable como la onda guiada 310, y solo una pequeña parte se acoplaría al cable 302 como la onda 308.

[0049] Cabe señalar que las ondas 306, 308 y 310 se muestran utilizando tres símbolos circulares en la **FIG. 3** y en otras figuras de la memoria. Estos símbolos se utilizan para representar una onda guiada general, pero no implica que las ondas 306, 308 y 310 estén polarizadas necesariamente de manera circular u orientadas de otro modo de manera circular. De hecho, las ondas 306, 308 y 310 pueden comprender un modo TEM fundamental donde los campos se extienden radialmente hacia fuera, y también comprenden otros modos no fundamentales (por ejemplo, de nivel superior, etc.). Estos modos pueden ser también de naturaleza asimétrica (por ejemplo, radial, bilateral, trilateral, cuadrilateral, etc.).

[0050] Cabe destacar también que las comunicaciones de onda guiada a través de cables puede ser completamente bidireccional, permitiendo comunicaciones simultáneas en ambas direcciones. Las ondas que viajan en una dirección pueden pasar a través de ondas que vayan en una dirección opuesta. Los campos electromagnéticos pueden cancelarse en determinados puntos y durante cortos periodos de tiempo debido al principio de superposición aplicado a las ondas. Las ondas que viajan en direcciones opuestas se propagan como si las otras ondas no estuviesen ahí, pero el efecto combinado para un observador puede ser un patrón de onda estacionaria estático. Cuando las ondas guiadas pasan una a través de la otra y ya no están en un estado de superposición, la interferencia disminuye. Cuando una onda guiada (por ejemplo, onda de superficie u otra onda electromagnética) se acopla a una guía de onda y se aleja del cable, cualquier interferencia debida a otras ondas guiadas (por ejemplo, ondas de superficie u otras ondas electromagnéticas) disminuye. En un modo de realización de ejemplo, cuando la onda guiada 306 (por ejemplo, una onda de superficie u otra onda electromagnética) se acerca a la guía de onda dieléctrica 304, otra onda guiada (por ejemplo, una onda de superficie u otra onda electromagnética) (no se muestra) que vaya de izquierda a derecha en el cable 302 pasa provocando interferencia local. Cuando la onda guiada 306 se acopla a la guía de onda dieléctrica 304 como la onda 308, y se aleja del cable 302, disminuye cualquier interferencia debida a la onda guiada pasajera.

[0051] Cabe señalar que las representaciones gráficas de las ondas electromagnéticas 306, 308 y 310 se presentan simplemente para ilustrar los principios que provoca la onda guiada 306 o lanza de otro modo una onda 308 en una guía de onda dieléctrica 304. La onda guiada 310 representa la parte de la onda guiada 306 que se queda en el cable 302 tras la generación de la onda 308. Los propios campos magnéticos y eléctricos generados como resultado de dicha propagación de ondas guiadas pueden variar dependiendo de uno o más de la forma y/o diseño de la guía de onda dieléctrica, la posición relativa de la guía de onda dieléctrica con respecto al cable, las frecuencias empleadas, el diseño de la guía de onda dieléctrica 304, las dimensiones y la composición del cable 302, así como sus características de superficie, su aislamiento opcional, las propiedades electromagnéticas del entorno que lo rodea, etc.

[0052] Haciendo referencia ahora a la **FIG. 4**, se ilustra un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de acoplamiento de guía de onda dieléctrico 400 de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. El sistema 400 implementa un acoplador que comprende una guía de onda dieléctrica 404 que tiene una onda 406 propagándose como una onda guiada alrededor de una superficie de guía de onda de la guía de onda dieléctrica 404. En un modo de realización de ejemplo, la guía de onda dieléctrica 404 está curvada, y un extremo de la guía de onda dieléctrica 404 puede estar atado, sujeto o acoplado mecánicamente de otro modo a un cable 402. Cuando el extremo de la guía de onda dieléctrica 404 está sujeto al cable 402, el extremo de la guía de onda dieléctrica 404 es paralelo o sustancialmente paralelo al cable 402. De manera alternativa, otra parte de la guía de onda dieléctrica más allá de un extremo puede estar sujeta o acoplada al cable 402 de tal modo que la parte sujeta o acoplada sea paralela o sustancialmente paralela al cable 402. El dispositivo de acoplamiento 410 puede ser una brida de nailon u otro tipo de material dieléctrico/no conductor que o bien esté separado de la guía de onda dieléctrica 404 o construido como un componente integrado de la guía de onda dieléctrica 404. En otros modos de realización, la guía de onda dieléctrica 404 puede desacoplarse mecánicamente del cable 402 dejando un entrehierro entre el acoplador y el cable 402. La guía de onda dieléctrica 404 puede ser adyacente al cable 402 sin rodear el cable 402.

[0053] Cuando la guía de onda dieléctrica 404 está situada con el extremo paralelo al cable 402, la onda guiada 406 que recorre la guía de onda dieléctrica 404 se acopla al cable 402, y se propaga como una onda guiada 408 alrededor de la superficie de cable del cable 402. En un modo de realización de ejemplo, la onda guiada 408 puede caracterizarse como una onda de superficie u otra onda electromagnética.

[0054] Cabe señalar que las representaciones gráficas de las ondas 406 y 408 se presentan simplemente para ilustrar los principios que provoca la onda 406 o lanza de otro modo una onda guiada 408 en un cable 402 que funciona, por ejemplo, como una línea de transmisión unifilar. Los propios campos magnéticos y eléctricos generados como resultado de dicha propagación de ondas pueden variar dependiendo de uno o más de la forma y/o diseño de la guía de onda dieléctrica, la posición relativa de la guía de onda dieléctrica con respecto al cable, las frecuencias empleadas, el diseño de la guía de onda dieléctrica 404, las dimensiones y la composición del cable 402, así como sus características de superficie, su aislamiento opcional, las propiedades electromagnéticas del entorno que lo rodea, etc.

[0055] En un modo de realización de ejemplo, un extremo de la guía de onda dieléctrica 404 puede estrecharse hacia el cable 402 a fin de aumentar las eficiencias del acoplamiento. De hecho, el estrechamiento del extremo de la guía de onda dieléctrica 404 puede proporcionar una adaptación de impedancias al cable 402, según un modo de realización de ejemplo de la memoria en cuestión. Por ejemplo, un extremo de la guía de onda dieléctrica 404 puede estrecharse gradualmente a fin de obtener un nivel deseado de acoplamiento entre las ondas 406 y 408 tal como se ilustra en la **FIG. 4**.

[0056] En un modo de realización de ejemplo, el dispositivo de acoplamiento 410 puede situarse de tal manera que haya una distancia corta entre la guía de onda dieléctrica 404 entre el dispositivo de acoplamiento 410 y un extremo de la guía de onda dieléctrica 404. Las eficiencias de acoplamiento máximas se alcanzan cuando la longitud del extremo de la guía de onda dieléctrica 404 que está más allá del dispositivo de acoplamiento 410 es

de al menos varias longitudes de onda de largo para cualquier frecuencia que se esté transmitiendo, aunque también son posibles distancias más cortas.

[0057] Haciendo referencia ahora a la FIG. 5A, se ilustra un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema transceptor y acoplador de guía de onda dieléctrico 500 (al que se le conoce en conjunto en el presente documento como sistema 500) de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. El sistema 500 comprende un dispositivo transmisor/receptor 506 que lanza y recibe ondas (por ejemplo, ondas guiadas 504 sobre la guía de onda dieléctrica 502). Las ondas guiadas 504 pueden utilizarse para transportar señales recibidas desde y enviadas a una estación base 520, dispositivos móviles 522 o a un edificio mediante una interfaz de comunicaciones 501. La interfaz de comunicaciones 501 puede ser una parte esencial del sistema 500. De manera alternativa, la interfaz de comunicaciones 501 puede amarrarse al sistema 500. La interfaz de comunicaciones 501 puede comprender una interfaz inalámbrica para conectarse con la estación base 520, los dispositivos móviles 522, o el edificio 524 utilizando cualquiera de los varios protocolos de señalización inalámbricos (por ejemplo, LTE, WiFi, WiMAX, IEEE 802.xx, etc.). La interfaz de comunicaciones 501 también puede comprender una interfaz con cable como una línea de fibra óptica, un cable coaxial, un par trenzado, u otros medios con cables adecuados para transmitir señales a la estación base 520 o al edificio 524. Para los modos de realización en los que el sistema 500 funciona como un repetidor, la interfaz de comunicaciones 501 puede no ser necesaria.

[0058] Las señales de salida (por ejemplo, Tx) de la interfaz de comunicaciones 501 pueden combinarse con una onda portadora de onda milimétrica generada por un oscilador local 512 en el mezclador de frecuencias 510. El mezclador de frecuencias 512 puede utilizar técnicas de heterodinaje u otras técnicas de cambio de frecuencia para cambiar la frecuencia de las señales de salida desde la interfaz de comunicaciones 501. Por ejemplo, las señales enviadas desde y hacia la interfaz de comunicaciones 501 pueden ser señales moduladas tales como señales multiplexadas por división de frecuencias ortogonales (OFDM, por sus siglas en inglés) formateadas de conformidad con un protocolo inalámbrico de evolución a largo plazo (LTE, por sus siglas en inglés) u otros protocolos inalámbricos de 3G, 4G, 5G o superior de datos y voz, un protocolo inalámbrico Zigbee, WIMAX, UltraWideband o IEEE 802.11 u otro protocolo inalámbrico. En un modo de realización de ejemplo, esta conversión de frecuencia puede hacerse en el dominio analógico, y como resultado, el cambio de frecuencia puede hacerse independientemente del tipo de protocolo de comunicaciones que utilicen la estación base 520, los dispositivos móviles 522, o los dispositivos 524 del interior del edificio. Según se van desarrollando nuevas tecnologías de comunicaciones, la interfaz de comunicaciones 501 puede actualizarse o sustituirse y el cambio de frecuencia y el aparato de transmisión pueden mantenerse, simplificando las actualizaciones. Después, la onda portadora puede mandarse a un amplificador de potencia (PA, por sus siglas en inglés) 514 y puede transmitirse mediante el dispositivo transmisor receptor 506 mediante el diplexor 516.

[0059] Las señales recibidas desde el dispositivo transmisor/receptor 506 que se dirigen hacia la interfaz de comunicaciones 501 puede separarse de otras señales mediante el diplexor 516. La transmisión puede enviarse después al amplificador de bajo nivel de ruido (LNA, por sus siglas en inglés) 518 para su amplificación. Un mezclador de frecuencias 521, con ayuda de un oscilador local 512 puede desplazar de manera descendente la transmisión (que está en la banda de onda milimétrica o alrededor de los 38 GHz en algunos modos de realización) hasta la frecuencia nativa. La interfaz de comunicaciones 501 puede recibir después la transmisión en un puerto de entrada (Rx).

[0060] En un modo de realización, el dispositivo transmisor/receptor 506 puede incluir un metal cilíndrico o no cilíndrico (que, por ejemplo, puede estar hueco en un modo de realización, pero no necesariamente dibujado a escala) u otra guía de onda conductora o no conductora y un extremo de la guía de onda dieléctrica 502 puede estar situado en o en proximidad a la guía de onda o al dispositivo receptor/transmisor 506 de manera que cuando el dispositivo transmisor/receptor 506 genera una transmisión, la onda guiada se acopla a la guía de onda dieléctrica 502 y se propaga como una onda guiada 504 alrededor de la superficie de guía de onda de la guía de onda dieléctrica 502. En algunos modos de realización, la onda guiada 504 puede propagarse en parte en la superficie externa de la guía de onda dieléctrica 502 y en parte dentro de la guía de onda dieléctrica 502. En otros modos de realización, la onda guiada 504 puede propagarse sustancial o completamente en la superficie exterior de la guía de onda dieléctrica 502. En otros modos de realización adicionales, la onda guiada 504 puede propagarse sustancial o completamente en el interior de la guía de onda dieléctrica 502. En este último modo de realización, la onda guiada 504 puede irradiarse a un extremo de la guía de onda dieléctrica 502 (como el extremo ahusado mostrado en la FIG. 4) para acoplarse en un medio de transmisión como un cable 402 de la FIG. 4. De manera similar, si la onda guiada 504 es entrante (acoplada a la guía de onda dieléctrica 502 desde un cable), la onda guiada 504 entra después al dispositivo transmisor/receptor 506 y se acopla a la guía de onda cilíndrica o a la guía de onda conductora. Aunque se muestra que el dispositivo transmisor/receptor 506 incluye una guía de onda separada; puede emplearse una antena, cavidad resonante, klistrón, magnetrón, tubo de onda progresiva, u otro elemento radiante para inducir una onda guiada en la guía de onda 502, sin la guía de onda separada.

[0061] En un modo de realización, la guía de onda dieléctrica 502 puede estar construida totalmente de un material dieléctrico (u otro material aislante adecuado), sin ningún material metálico o conductor diferente en el mismo. La guía de onda dieléctrica 502 puede estar compuesta de nailon, teflón, polietileno, una poliamida, otros

plásticos, u otros materiales que no sean conductores y que sean adecuados para facilitar la transmisión de ondas electromagnéticas al menos en parte en una superficie exterior de dichos materiales. En otro modo de realización, la guía de onda dieléctrica 502 puede incluir un núcleo que es conductor/metálico, y tener una superficie dieléctrica exterior. De manera similar, un medio de transmisión que se acopla a la guía de onda dieléctrica 502 para propagar ondas electromagnéticas inducidas por la guía de onda dieléctrica 502 o para suministrar ondas electromagnéticas a la guía de onda dieléctrica 502 puede estar construido completamente de un material dieléctrico (u otro material aislante adecuado), sin ningún material metálico o conductor diferente en el mismo.

[0062] Cabe señalar que aunque la **FIG. 5A** muestra que la abertura del dispositivo transmisor/receptor 506 es mucho más ancha que la guía de onda dieléctrica 502, esto no está a escala, y que en otros modos de realización, la anchura de la guía de onda dieléctrica 502 es comparable o ligeramente más pequeña que la abertura de la guía de onda hueca. Tampoco se muestra, nada más que en un modo de realización, un extremo de la guía de onda 502 que está insertado en el dispositivo transmisor/receptor 506 estrechándose a fin de reducir la reflexión y aumentar las eficiencias de acoplamiento.

[0063] El dispositivo transmisor/receptor 506 puede acoplarse de forma comunicativa a una interfaz de comunicaciones 501, y alternativamente, un dispositivo transmisor/receptor 506 también puede estar acoplado de manera comunicativa con la una o más antenas distribuidas 112 y 114 mostradas en la **FIG. 1**. En otros modos de realización, el dispositivo transmisor/receptor 506 puede comprender parte de un sistema repetidor para una red de retorno.

[0064] Antes de acoplarse a una guía de onda dieléctrica 502, el uno o más modos de guía de onda de la onda guiada generada por el dispositivo transmisor/receptor 506 puede acoplarse a la guía de onda dieléctrica 502 para inducir uno o más modos de propagación de onda de la onda guiada 504. Los modos de propagación de onda de la onda guiada 504 pueden ser distintos a los modos de guía de onda de metal hueco debido a las distintas características de la guía de onda de metal hueco y la guía de onda dieléctrica. Por ejemplo, los modos de propagación de onda de la onda guiada 504 pueden comprender el modo transversal electromagnético fundamental (Quasi-TEM₀₀), donde solo pequeños campos magnéticos y/o eléctricos se extienden en la dirección de propagación, y los campos eléctricos y magnéticos se extienden radialmente hacia fuera desde la guía de onda dieléctrica 502 mientras que las ondas guiadas se propagan a lo largo de la guía de onda dieléctrica 502. El modo de propagación de onda de modo transversal electromagnético fundamental puede no existir dentro de una guía de onda que sea hueca. Por consiguiente, los modos de guía de onda de metal hueco que utiliza un dispositivo transmisor/receptor 506 son modos de guía de onda que pueden acoplarse de manera efectiva y eficiente a los modos de propagación de ondas de la guía de onda dieléctrica 502.

[0065] Se apreciará que otros constructos o combinaciones del dispositivo transmisor/receptor 506 y de la guía de onda dieléctrica 502 son posibles. Por ejemplo, una guía de onda dieléctrica 502' puede situarse tangencialmente o en paralelo (con o sin un hueco) con respecto a una superficie exterior de la guía de onda de metal hueco del dispositivo transmisor/receptor 506' (la circuitería correspondiente no se muestra) según se representa con la referencia 500' de la **FIG. 5B**. En otro modo de realización, que no se muestra por la referencia 500', la guía de onda dieléctrica 502' puede estar situada dentro de la guía de onda de metal hueco del dispositivo transmisor/receptor 506' sin un eje de la guía de onda dieléctrica 502' estando alineado coaxialmente con un eje de la guía de onda de metal hueco del dispositivo transmisor/receptor 506'. En cualquiera de estos modos de realización, la onda guiada generada por el dispositivo transmisor/receptor 506' puede acoplarse a una superficie de la guía de onda dieléctrica 502' para inducir uno o más modos de propagación de onda de la onda guiada 504' en la guía de onda dieléctrica 502' incluyendo un modo fundamental (por ejemplo, un modo simétrico) y/o un modo no fundamental (por ejemplo, un modo asimétrico).

[0066] En un modo de realización, la onda guiada 504' puede propagarse en parte en la superficie externa de la guía de onda dieléctrica 502' y en parte dentro de la guía de onda dieléctrica 502'. En otro modo de realización, la onda guiada 504' puede propagarse sustancial o completamente en la superficie exterior de la guía de onda dieléctrica 502'. En otro modo de realización adicional, la onda guiada 504' puede propagarse sustancial o completamente en el interior de la guía de onda dieléctrica 502'. En este último modo de realización, la onda guiada 504' puede irradiarse en un extremo de la guía de onda dieléctrica 502' (como el extremo ahusado de la **FIG. 4**) para acoplarse a un medio de transmisión como un cable 402 de la **FIG. 4**.

[0067] Se apreciará además que otros constructos del dispositivo transmisor/receptor 506 son posibles. Por ejemplo, una guía de onda de metal hueco de un dispositivo transmisor/receptor 506'' (la circuitería correspondiente no se muestra), representado en la **FIG. 5B** con la referencia 500'', puede situarse tangencialmente o en paralelo (con o sin un hueco) con respecto a una superficie exterior de un medio de transmisión como el cable 402 de la **FIG. 4** sin la utilización de la guía de onda dieléctrica 502. En este modo de realización, la onda guiada generada por el dispositivo transmisor/receptor 506'' puede acoplarse a la superficie del cable 402 para inducir uno o más modos de propagación de onda de una onda guiada 408 en el cable 402 incluyendo un modo fundamental (por ejemplo, un modo simétrico) y/o un modo no fundamental (por ejemplo, un modo asimétrico). En otro modo de realización, el cable 402 puede estar situado dentro de una guía de onda de metal hueco de un dispositivo transmisor/receptor 506''' (la circuitería correspondiente no se muestra) de modo

que un eje del cable 402 esté alineado de forma coaxial (o de forma no coaxial) con un eje de la guía de onda de metal hueco sin la utilización de la guía de onda dieléctrica 502 (véase la referencia 500" de las FIGs. 5B y véase también las figuras 10A-10C descritas a continuación). En este modo de realización, la onda guiada generada por el dispositivo transmisor/receptor 506" puede acoplarse a una superficie del cable 402 para inducir uno o más modos de propagación de onda de una onda guiada 408 en el cable incluyendo un modo fundamental (por ejemplo, un modo simétrico) y/o un modo no fundamental (por ejemplo, un modo asimétrico).

[0068] En los modos de realización 500" y 500"', la onda guiada 408 puede propagarse en parte en la superficie exterior del cable 402 y en parte dentro del cable 402. En otro modo de realización, la onda guiada 408 puede propagarse sustancial o completamente en la superficie exterior del cable 402. El cable 402 puede ser un conductor descubierto o un conductor con una superficie exterior aislada.

[0069] Haciendo referencia ahora a la **FIG. 6**, se ilustra un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de acoplamiento de guía de onda dieléctrica doble 600 de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. En un modo de realización de ejemplo, un módulo de acoplamiento se muestra con dos o más guías de onda dieléctricas (por ejemplo, 604 y 606) situados alrededor de un cable 602 a fin de recibir la onda guiada 608. En un modo de realización de ejemplo, la onda guiada 608 puede caracterizarse como una onda de superficie u otra onda electromagnética. En un modo de realización de ejemplo, una guía de onda dieléctrica es suficiente para recibir la onda guiada 608. En ese caso, la onda guiada 608 se acopla a la guía de onda dieléctrica 604 y se propaga como una onda guiada 610. Si la estructura de campo de la onda guiada 608 oscila o se ondula alrededor del cable 602 debido a varios factores externos, entonces la guía de onda dieléctrica 606 puede situarse de tal modo que la onda guiada 608 se acople a la guía de onda dieléctrica 606. En algunos modos de realización, cuatro o más guías de onda dieléctricas pueden situarse alrededor de una parte del cable 602, por ejemplo, a 90 grados u otro espacio uno respecto al otro, a fin de recibir ondas guiadas que pueden oscilar o rotar alrededor del cable 602, que han sido inducidas a distintas orientaciones azimutales o que tienen modos de orden superior o no fundamentales que, por ejemplo, presentan lóbulos y/o nulos u otras asimetrías que dependen de la orientación. No obstante, se apreciará que puede haber menos de o más de cuatro guías de onda dieléctricas situadas alrededor de una parte del cable 602 sin alejarse de los modos de realización de ejemplo. También se apreciará que aunque algunos modos de realización de ejemplo han presentado una pluralidad de guías de onda dieléctricas alrededor de al menos una parte del cable 602, esta pluralidad de guías de onda dieléctricas también pueden considerarse una parte de un sistema de guía de onda dieléctrica único presentando múltiples subcomponentes de guía de onda dieléctrica. Por ejemplo, dos o más guías de onda dieléctricas pueden fabricarse como un sistema único que puede instalarse alrededor de un cable en una única instalación de manera que las guías de onda dieléctricas estén o bien colocados previamente o bien son ajustables uno en relación con el otro (de manera manual o automática) de conformidad con el sistema único. Los receptores acoplados a las guías de onda dieléctricas 606 y 604 pueden utilizar la combinación de diversidad para combinar señales recibidas de ambas guías de onda dieléctricas 606 y 604 a fin de maximizar la calidad de la señal. En otros modos de realización, si uno u otro de una guía de onda dieléctrica 604 y 606 recibe una transmisión que está por encima de un umbral predeterminado, los receptores pueden utilizar la diversidad de selección a la hora de decidir qué señal utilizar.

[0070] Cabe señalar que las representaciones gráficas de las ondas 608 y 610 se presentan simplemente para ilustrar los principios que provoca la onda guiada 608 o lanza de otro modo una onda 608 en una guía de onda dieléctrica 604. Los propios campos magnéticos y eléctricos generados como resultado de dicha propagación de ondas podrían variar dependiendo de las frecuencias empleadas, el diseño de la guía de onda dieléctrica 604, las dimensiones y la composición del cable 602, así como sus características de superficie, su aislamiento opcional, las propiedades electromagnéticas del entorno que lo rodea, etc.

[0071] Haciendo referencia ahora a la **FIG. 7**, se ilustra un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de acoplamiento de guía de onda dieléctrica bidireccional 700 de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. Este sistema 700 implementa un dispositivo de transmisión con un módulo de acoplamiento que incluye dos guías de onda dieléctricas 704 y 714 y pueden estar situadas cerca de un cable 702 de tal modo que las ondas guiadas (por ejemplo, ondas de superficie u otras ondas electromagnéticas) que se propagan a lo largo del cable 702 se acoplan a una guía de onda dieléctrica 704 como la onda 706, y luego se impulsan o se repiten mediante un dispositivo repetidor 710 y se lanzan como una onda guiada 716 en una guía de onda dieléctrica 714. La onda guiada 716 puede acoplarse después al cable 702 y continuar propagándose a lo largo del cable 702. En un modo de realización de ejemplo, el dispositivo repetidor 710 puede recibir al menos una parte de la potencia utilizada para impulsar o repetir a través del acoplamiento magnético con el cable 702, que puede ser una línea eléctrica.

[0072] En algunos modos de realización, el dispositivo repetidor 710 puede repetir la transmisión asociada con la onda 706, y en otros modos de realización, el dispositivo repetidor 710 puede asociarse con un sistema de antenas distribuidas y/o un dispositivo de estación base situado cerca del dispositivo repetidor 710. La guía de onda receptora 708 puede recibir la onda 706 de la guía de onda dieléctrica 704 y la guía de onda transmisora 712 puede lanzar la onda guiada 716 hacia la guía de onda dieléctrica 714. Entre la guía de onda receptora 708 y la guía de onda transmisora 712, la señal puede amplificarse para corregir la pérdida de señal y otras ineficiencias asociadas con las comunicaciones de onda guiada o la señal puede recibirse y procesarse para

extraer los datos contenidos en el mismo y regenerados para su transmisión. En un modo de realización de ejemplo, una señal puede extraerse de la transmisión y procesarse y emitirse de otro modo a dispositivos móviles cercanos mediante antenas distribuidas acopladas de manera comunicativa con el dispositivo repetidor 710. De manera similar, las señales y/o comunicaciones recibidas por las antenas distribuidas pueden insertarse en la transmisión que es generada y lanzada a la guía de onda dieléctrica 714 por una guía de onda transmisora 712. En consecuencia, el sistema repetidor 700 representado en la FIG. 7 es comparable en su función con el dispositivo de acoplamiento de guía de onda dieléctrica 108 y 110 de la FIG. 1.

[0073] Cabe señalar que aunque la FIG. 7 muestra transmisiones de onda guiada 706 y 716 que entran por la izquierda y salen por la derecha, respectivamente, esto es solo una simplificación y no pretende ser limitativa. En otros modos de realización, la guía de onda receptora 708 y la guía de onda transmisora 712 también pueden funcionar como transmisores y receptores respectivamente, permitiendo que el dispositivo repetidor 710 sea bidireccional.

[0074] En un modo de realización de ejemplo, el dispositivo repetidor 710 puede situarse en ubicaciones donde haya discontinuidades u obstáculos en el cable 702. Estos obstáculos pueden incluir transformadores, conexiones, postes de servicios públicos, y otros dispositivos de línea eléctrica de este tipo. El dispositivo repetidor 710 puede ayudar a las ondas guiadas (por ejemplo, de superficie) a saltar sobre estos obstáculos de la línea e impulsar la potencia de transmisión al mismo tiempo. En otros modos de realización, una guía de onda dieléctrica puede utilizarse para saltar sobre el obstáculo sin la utilización de un dispositivo repetidor. En ese modo de realización, ambos extremos de la guía de onda dieléctrica pueden atarse o amarrarse al cable, proporcionando por tanto una ruta para que la onda guiada se propague sin ser bloqueada por el obstáculo.

[0075] Haciendo referencia ahora a la FIG. 8, se ilustra un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un acoplador de guía de onda dieléctrica bidireccional 800 de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. El acoplador 800 de guía de onda dieléctrica bidireccional implementa un dispositivo de transmisión con un módulo de acoplamiento que puede emplear rutas de diversidad en el caso de cuando dos o más cables están engarzados entre postes de servicios públicos. Como las transmisiones de onda guiada tienen distintas eficiencias de transmisión y eficiencias de acoplamiento para cables aislados y cables sin aislamiento en función del clima, las precipitaciones, y las condiciones atmosféricas, puede ser ventajoso transmitir de manera selectiva por un cable aislado o un cable sin aislamiento en determinados momentos.

[0076] En el modo de realización mostrado en la FIG. 8, el dispositivo repetidor utiliza una guía de onda receptora 808 para recibir una onda guiada que se propaga a lo largo del cable sin aislamiento 802 y repite la transmisión utilizando la guía de onda transmisora 810 como una onda guiada a lo largo del cable aislado 804. En otros modos de realización, el dispositivo repetidor puede pasar del cable aislado 804 al cable sin aislamiento 804, o puede repetir las transmisiones a lo largo de las mismas rutas. El dispositivo repetidor 806 puede incluir sensores, o estar en comunicación con sensores que indican condiciones que puedan afectar a la transmisión. En función de la retroalimentación recibida de los sensores, el dispositivo repetidor 806 puede tomar la decisión sobre si se mantiene la transmisión a lo largo del mismo cable, o si se transfiere la transmisión al otro cable.

[0077] Volviendo ahora a la FIG. 9, se ilustra un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema repetidor bidireccional 900. El sistema repetidor bidireccional 900 implementa un dispositivo de transmisión con un módulo de acoplamiento que incluye dispositivos de acoplamiento de guía de onda 902 y 904 que reciben y transmiten transmisiones desde otros dispositivos de acoplamiento situados en un sistema de antenas distribuidas o un sistema de red de retorno.

[0078] En diversos modos de realización, el dispositivo de acoplamiento de guía de onda 902 puede recibir una transmisión de otro dispositivo de acoplamiento de guía de onda, donde la transmisión presenta una pluralidad de subportadoras. El diplexor 906 puede separar la transmisión de otras transmisiones, por ejemplo, por filtración, y dirigir la transmisión a un amplificador de bajo nivel de ruido (LNA, por sus siglas en inglés) 908. Un mezclador de frecuencias 928, con ayuda de un oscilador local 912, puede desplazar de manera descendente la transmisión (que está en la banda de onda milimétrica o alrededor de 38 GHz en algunos modos de realización) a una frecuencia más baja, ya sea una banda celular (~1,9 GHz) para un sistema de antenas distribuidas, una frecuencia nativa, u otra frecuencia para un sistema de red de retorno. Un extractor 932 puede extraer la señal en la subportadora que se corresponde con la antena u otro componente de salida 922 y dirigir la señal al componente de salida 922. Para las señales que no están siendo extraídas en esta ubicación de la antena, el extractor 932 puede redirigirlas a otro mezclador de frecuencia 936, donde las señales se utilizan para modular una onda portadora generada por el oscilador local 914. La onda portadora, con sus subportadoras, es dirigida a un amplificador de potencia (PA, por sus siglas en inglés) 916 y es retransmitida por el dispositivo de acoplamiento de guía de onda 904 hasta otro sistema repetidor, mediante el diplexor 920.

[0079] En el dispositivo de salida 922, un PA 924 puede impulsar la señal para su transmisión al dispositivo móvil. Un LNA 926 puede utilizarse para amplificar señales débiles que se reciben del dispositivo móvil y luego mandar la señal a un multiplexor 934 que combina la señal con señales que se han recibido desde el dispositivo de acoplamiento de guía de onda 904. El dispositivo de salida 922 puede acoplarse a una antena en un sistema de antenas distribuidas u otra antena mediante, por ejemplo, un diplexor, un duplexor, o un conmutador T-R que

no se muestra específicamente. Las señales recibidas del dispositivo de acoplamiento 904 han sido divididas por un diplexor 920, y luego se pasan a través del LNA 918, y se desplaza a frecuencias más bajas mediante un mezclador de frecuencias 938. Cuando las señales son combinadas por el multiplexor 934, se desplaza a frecuencias más altas mediante un mezclador de frecuencias 930, y luego se impulsa mediante el PA 910, y se transmite de vuelta al lanzador o a otro repetidor mediante el dispositivo de acoplamiento de guía de onda 902. En un modo de realización de ejemplo, el sistema repetidor bidireccional 900 puede ser solo un repetidor sin el dispositivo de salida/antena 922. Se apreciará que en algunos modos de realización, un sistema repetidor bidireccional 900 también podría implementarse utilizando dos repetidores unidireccionales separados y distintos. En un modo de realización alternativo, un sistema repetidor bidireccional 900 también podría ser un impulsor o llevar a cabo retransmisiones de otro modo sin un desplazamiento descendente ni ascendente. De hecho, en un modo de realización de ejemplo, las retransmisiones pueden basarse en recibir una señal o una onda guiada y llevar a cabo una reconfiguración, filtrado, amplificación y/o procesamiento de la onda guiada, antes de la retransmisión de la señal u onda guiada.

[0080] La FIG. 10 ilustra un proceso en conexión con los sistemas mencionados anteriormente. El proceso de la FIG. 10 puede implementarse por ejemplo mediante los sistemas 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, y 900 ilustrados en las FIGs. 1-9, respectivamente. Aunque, en aras de la simplicidad de la explicación, los métodos se muestran y se describen como una serie de bloques, debe entenderse y apreciarse que el objeto reivindicado no está limitado por el orden de los bloques, ya que algunos bloques pueden darse en distinto orden y/o de manera simultánea con otros bloques según lo que se describe y representa en el presente documento. Asimismo, no todos los bloques ilustrados pueden necesitarse para implementar los métodos descritos en lo sucesivo.

[0081] La FIG. 10 ilustra un diagrama de flujo de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un método para transmitir una transmisión con un acoplador de guía de onda dieléctrica tal como se describe en el presente documento. El método 1000 puede empezar en el 1002 donde una primera onda electromagnética es emitida por un dispositivo de transmisión que se propaga al menos en parte en una superficie de guía de onda de una guía de onda, donde la superficie de guía de onda de la guía de onda no rodea por completo o en una parte sustancial una superficie de cable de un cable. La transmisión que es generada por un transmisor puede estar basada en una señal recibida desde un dispositivo de estación base, punto de acceso, red o un dispositivo móvil.

[0082] En el 1004, en función de la configuración de la guía de onda en proximidad del cable, la onda guiada acopla después al menos una parte de la primera onda electromagnética a una superficie del cable, formando una segunda onda electromagnética (por ejemplo, una onda de superficie) que se propaga al menos en parte alrededor de la superficie del cable, donde el cable está en proximidad a la guía de onda. Esto puede hacerse en respuesta al posicionamiento de una parte de la guía de onda dieléctrica (por ejemplo, una tangente de una curva de la guía de onda dieléctrica) cerca y paralela al cable, donde una longitud de onda de la onda electromagnética es menor que una circunferencia del cable y de la guía de onda dieléctrica. La onda guiada, o la onda de superficie, se queda paralela al cable incluso cuando el cable se dobla y flexiona. Las curvas pueden aumentar las pérdidas de transmisión, que también dependen de los materiales, frecuencia y diámetros del cable. La interfaz de acoplamiento entre el cable y la guía de onda también puede estar configurada para conseguir el nivel deseado de acoplamiento, tal como se describe en el presente documento, que puede incluir estrechar un extremo de la guía de onda para mejorar la adaptación de impedancias entre la guía de onda y el cable.

[0083] La transmisión que es emitida por el transmisor puede exhibir uno o más modos de guía de onda. Los modos de guía de onda pueden depender de la forma y/o diseño de la guía de onda. Los modos de propagación en el cable pueden ser distintos a los modos de guía de onda debido a las diferentes características de la guía de onda y el cable. Cuando la circunferencia del cable es comparable en tamaño a, o mayor, que una longitud de onda de la transmisión, la onda guiada exhibe múltiples modos de propagación de onda. La onda guiada puede comprender por consiguiente más de un tipo de configuración de campo magnético y eléctrico. Según se propaga la onda guiada (por ejemplo, una onda de superficie) por el cable, las configuraciones del campo eléctrico y magnético pueden permanecer sustancialmente iguales de extremo a extremo del cable o variar según la transmisión atraviese la onda por rotación, dispersión, atenuación u otros efectos.

[0084] Haciendo referencia ahora a la FIG. 11, se ilustra un diagrama de bloques de un entorno de computación de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. A fin de proporcionar contexto adicional para varios modos de realización de los modos de realización descritos en el presente documento, la FIG. 11 y la siguiente exposición pretenden proporcionar una descripción general breve de un entorno de computación 1100 adecuado en el que pueden implementarse los varios modos de realización del modo de realización descrito en el presente documento. Mientras que los modos de realización se han descrito anteriormente en el contexto general de las instrucciones ejecutables por ordenador que pueden ser ejecutadas en uno o más ordenadores, los expertos en la materia reconocerán que los modos de realización también pueden implementarse en conjunto con otros módulos de programas y/o como una combinación de *hardware* y *software*.

[0085] En general, los módulos de programa comprenden rutinas, programas, componentes, estructuras de datos, etc., que llevan a cabo tareas concretas o implementan tipos de datos abstractos concretos. Además, los

expertos en la materia apreciarán que los métodos inventivos pueden practicarse con otras configuraciones de sistema informático, comprendiendo sistemas informáticos con un solo procesador o con múltiples procesadores, miniordenadores, ordenadores principales, así como ordenadores personales, dispositivos informáticos portátiles, electrónica de consumo programable o basada en microprocesadores, y similares, cada uno de los cuales puede acoplarse de manera operativa a uno o más dispositivos asociados.

[0086] Los términos "primero(s)", "segundo(s)", "tercero(s)", y sucesivos, tal como se utilizan en las reivindicaciones, a menos que esté claro lo contrario por el contexto, son solo para mayor claridad, y no indican o implican de otro modo ningún orden en el tiempo. Por ejemplo, "una primera determinación", "una segunda determinación", y "una tercera determinación" no indican o implican que la primera determinación debe hacerse antes de la segunda determinación, o viceversa, etc.

[0087] Los modos de realización ilustrados de los modos de realización de la presente memoria también pueden practicarse en entornos informáticos distribuidos donde determinadas tareas sean llevadas a cabo por dispositivos de procesamiento remotos que están unidos mediante una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, los módulos de programa pueden estar situados en dispositivos de almacenamiento de memoria remotos y locales.

[0088] Los dispositivos informáticos normalmente comprenden una variedad de medios, que pueden comprender soportes de almacenamiento legibles por ordenador y/o medios de comunicaciones; estos dos términos se utilizan en la presente memoria de manera diferente uno respecto al otro tal como se indica a continuación. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador pueden ser cualquier soporte de almacenamiento disponible al que pueda accederse mediante el ordenador, y comprende soportes volátiles y no volátiles, y soportes extraíbles y no extraíbles. A título de ejemplo, y sin carácter limitativo, los medios de almacenamiento legibles por ordenador pueden implementarse en conexión con cualquier método o tecnología para almacenar información como instrucciones legibles por ordenador, módulos de programa, datos estructurados o datos no estructurados.

[0089] Los soportes de almacenamiento legibles por ordenador pueden comprender, pero sin carácter limitativo, una memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), memoria flash o cualquier otra tecnología de memoria, memoria de solo lectura en disco compacto (CD-ROM), disco versátil digital (DVD), u otro soporte de disco óptico, cintas magnéticas, cinta magnética, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnéticos u otro soporte tangible y/o no transitorio que pueda utilizarse para almacenar la información deseada. En este sentido, los términos "tangible" o "no transitorio" del presente documento, tal como se aplican al almacenamiento, memoria o soportes legibles por ordenador, deben entenderse como que excluyen solo señales transitorias de propagación *per se* como modificadores y no ceden derechos a todos los soportes legibles por ordenador, memoria o almacenamiento estándar que no sean solo señales transitorias de propagación *per se*.

[0090] Puede accederse a los soportes de almacenamiento legibles por ordenador mediante uno o más dispositivos informáticos locales o remotos, por ejemplo, mediante consultas, solicitudes de acceso, u otros protocolos de recuperación de datos, para una variedad de procedimientos con respecto a la información almacenada en el soporte.

[0091] Los medios de comunicaciones normalmente incluyen instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa, u otros datos estructurados o no estructurados en una señal de datos como una señal de datos modulada, por ejemplo, una onda portadora u otro mecanismo de transporte, y comprende cualquier suministro de información o medio de transporte. El término "señal de datos modulada" o señales hace referencia a una señal que tiene una o más de sus características establecidas o cambiadas de tal manera que codifiquen la información en una o más señales. A título de ejemplo, y sin carácter limitativo, los medios de comunicación comprenden medios por cable, como una red por cable o una conexión por cable directa, y medios inalámbricos como medios acústicos, por RF, infrarrojos u otros medios inalámbricos.

[0092] Volviendo a hacer referencia a la **FIG. 11**, el entorno de ejemplo 1100 para transmitir y recibir señales mediante la estación base (por ejemplo, los dispositivos de estación base 104 y 508) y los dispositivos repetidores (por ejemplo, los dispositivos repetidores 710, 806, y 900) comprende un ordenador 1102, comprendiendo el ordenador 1102 una unidad de procesamiento 1104, una memoria de sistema 1106 y un bus de sistema 1108. El bus de sistema 1108 acopla los componentes del sistema, incluyendo, pero sin carácter limitativo, la memoria del sistema 1106 a la unidad de procesamiento 1104. La unidad de procesamiento 1104 puede ser cualquiera de los varios procesadores disponibles en el mercado. También pueden emplearse microprocesadores dobles y otras arquitecturas de multiprocesador como la unidad de procesamiento 1104.

[0093] El bus de sistema 1108 puede ser cualquiera de los distintos tipos de estructura de bus que pueden interconectarse de forma adicional a un bus de memoria (con o sin un controlador de memoria), un bus periférico, y un bus local utilizando cualquiera de una variedad de arquitecturas de bus disponibles en el mercado. La memoria del sistema 1106 comprende la ROM 1110 y la RAM 1112. Un sistema básico de entrada-salida (BIOS) puede almacenarse en una memoria no volátil como una ROM, una memoria de solo lectura programable borrrable (EPROM), EEPROM; este BIOS contiene las rutinas básicas que ayudan a transferir información entre

elementos dentro del ordenador 1102, como durante el encendido. La RAM 1112 también puede comprender una RAM de alta velocidad como una RAM estática para almacenar datos en una caché.

5 **[0094]** El ordenador 1102 comprende además una unidad de disco duro (HDD) interno 1114 (por ejemplo, EIDE, SATA); esta unidad de disco duro interno 1114 también puede configurarse para un uso externo en una carcasa
 10 adecuada (no se muestra), una unidad de disquete (FDD) magnético 1116 (por ejemplo, para leer o escribir un disquete 1118 extraíble) y una unidad de disco óptico 1120 (por ejemplo, para leer un disco CD-ROM 1122, o para leer o escribir en otro soporte óptico de alta capacidad como el DVD). La unidad de disco duro 1114, la unidad de disco magnético 1116, y la unidad de disco óptico 1120 pueden conectarse al bus de sistema 1108 mediante una interfaz de unidad de disco duro 1124, una interfaz de unidad de disco magnético 1126 y una
 15 interfaz de unidad de disco óptico 1128, respectivamente. La interfaz 1124 para implementaciones de disco externo comprende al menos las tecnologías de interfaz de uno o ambos del Bus Universal en Serie (USB) y del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) 1394. Otras tecnologías de conexión de unidades externas están contempladas en los modos de realización descritos en la presente memoria.

20 **[0095]** Las unidades y sus soportes de almacenamiento legibles por ordenador asociados proporcionan almacenamiento no volátil de datos, estructuras de datos, instrucciones ejecutables por ordenador, y similares. Para el ordenador 1102, las unidades y soportes de almacenamiento admiten el almacenamiento de cualquier dato en un formato digital adecuado. Aunque la descripción de los soportes de almacenamiento legibles por ordenador anterior se refiere a una unidad de disco duro (HDD), un disquete magnético extraíble, y un soporte óptico extraíble, como un CD o DVD, los expertos en la materia deberían apreciar que otros tipos de soportes de
 25 almacenamiento que sean legibles por ordenador, como unidades zip, casetes magnéticos, tarjetas de memoria flash, cartuchos, y similares, también pueden utilizarse en el entorno de funcionamiento, y además, que cualquier soporte de almacenamiento de este tipo puede contener instrucciones ejecutables por ordenador para llevar a cabo los métodos descritos en el presente documento.

30 **[0096]** Un número de módulos de programa pueden almacenarse en las unidades y en la RAM 1112, comprendiendo un sistema operativo 1130, una o más aplicaciones informáticas 1132, otros módulos de programa 1134 y datos de programa 1136. Todas o algunas partes del sistema operativo, aplicaciones, módulos, y/o datos también pueden almacenarse en caché en la RAM 1112. Los sistemas y métodos descritos en el presente documento pueden implementarse utilizando varios sistemas operativos disponibles en el mercado o combinaciones de sistemas operativos. Los ejemplos de aplicaciones informáticas 1132 que pueden
 35 implementarse y ejecutarse de otro modo mediante la unidad de procesamiento 1104 incluyen la determinación de la selección de diversidad llevada a cabo por el dispositivo repetidor 806. El dispositivo de estación base 508 mostrado en la FIG. 5 también tiene almacenadas en la memoria muchas aplicaciones y programas que pueden ejecutarse mediante la unidad de procesamiento 1104 en este entorno informático 1100 de ejemplo.

40 **[0097]** Un usuario puede introducir comandos e información en el ordenador 1102 a través de uno o más dispositivos de entrada por cable/inalámbricos, por ejemplo un teclado 1138 y un dispositivo de puntero, como un ratón 1140. Otros dispositivos de entrada (que no se muestran) pueden comprender un micrófono, un mando a distancia por infrarrojos (IR), una palanca de mando, un mando de videojuegos, un lápiz óptico, una pantalla táctil, o similares. Estos y otros dispositivos de entrada a menudo están conectados a la unidad de procesamiento 1104 mediante una interfaz de dispositivo de entrada 1142 que puede estar acoplada al bus de sistema 1108, pero puede estar conectada mediante otras interfaces, como un puerto paralelo, un puerto serie IEEE 1394, un puerto de juegos, un puerto de bus Universal en Serie (USB), una interfaz de IR, etc.

45 **[0098]** Un monitor 1144 u otro tipo de dispositivo de visualización también puede estar conectado al bus de sistema 1108 mediante una interfaz, como un adaptador de vídeo 1146. También se apreciará que en modos de realización alternativos, un monitor 1144 también puede ser cualquier dispositivo de visualización (por ejemplo, otro ordenador que tenga un visualizador, un teléfono inteligente, una tableta, etc.) para recibir información de visualización asociada con el ordenador 1102 mediante cualquier medio de comunicación, incluyendo por Internet y por redes basadas en la nube. Además del monitor 1144, un ordenador normalmente comprende otros dispositivos de salida periféricos (que no se muestran), como altavoces, impresoras, etc.

50 **[0099]** El ordenador 1102 puede funcionar en un entorno de red utilizando conexiones lógicas mediante comunicaciones por cable y/o inalámbricas a uno o más ordenadores remotos, como un ordenador(es) remoto(s) 1148. El ordenador(es) remoto(s) 1148 puede(n) ser una estación de trabajo, un ordenador servidor, un enrutador, un ordenador personal, un ordenador portátil, un aparato de entretenimiento basado en microprocesadores, un dispositivo homólogo u otro nodo de red común, y normalmente comprende muchos o todos los elementos descritos en relación con el ordenador 1102, aunque, en aras de la simplicidad, solo se
 55 ilustra un dispositivo de almacenamiento/memoria 1150. Las conexiones lógicas representadas comprenden una conectividad inalámbrica/por cables a una red de área local (LAN) 1152 y/o redes más grandes, por ejemplo, una red de área amplia (WAN) 1154. Estos entornos de red LAN y WAN son comunes en oficinas y empresas, y facilitan redes de ordenadores en toda la empresa, como intranets, las cuales pueden conectarse a una red de comunicaciones global, por ejemplo, Internet.

60 **[0100]** Cuando se utiliza en un entorno de red LAN, el ordenador 1102 puede conectarse a la red local 1152 mediante un adaptador o interfaz de red de comunicación inalámbrica o por cables 1156. El adaptador 1156

puede facilitar la comunicación inalámbrica o por cable a la LAN 1152, que también puede comprender un punto de acceso (AP) inalámbrico dispuesto en el mismo para comunicarse con el adaptador inalámbrico 1156.

[0101] Cuando se utiliza en un entorno de red WAN, el ordenador 1102 puede comprender un módem 1158 o puede estar conectado a un servidor de comunicaciones por la WAN 1154 o tiene otros medios para establecer comunicaciones por la WAN 1154, como mediante Internet. El módem 1158, que puede ser interno o externo, y un dispositivo inalámbrico o por cable, puede estar conectado al bus de sistema 1108 mediante la interfaz de dispositivo de entrada 1142. En un entorno de red, los módulos de programa representados en relación con el ordenador 1102 o partes del mismo, pueden almacenarse en el dispositivo de almacenamiento/memoria remoto 1150. Se apreciará que las conexiones de red mostradas son un ejemplo, y pueden utilizarse otros medios para establecer un enlace de comunicaciones entre los ordenadores.

[0102] El ordenador 1102 puede accionarse para comunicarse con cualquier dispositivo inalámbrico o entidades dispuestas de manera operativa en comunicación inalámbrica, por ejemplo, una impresora, escáner, ordenador de escritorio o portátil, asistente de datos personal, satélite de comunicaciones, cualquier aparato o ubicación asociada con una etiqueta detectable de manera inalámbrica (por ejemplo, un quiosco, un puesto de periódicos, un lavabo), y un teléfono. Esto puede incluir las tecnologías inalámbricas Wireless Fidelity (wifi) y BLUETOOTH®. Por tanto, la comunicación puede ser una estructura predefinida con una red convencional o simplemente una comunicación *ad hoc* entre al menos dos dispositivos.

[0103] El wifi puede permitir una conexión a Internet desde un sofá en casa, una cama en una habitación de hotel, o una sala de reuniones en el trabajo, sin cables. El wifi es una tecnología similar a la utilizada en un teléfono móvil que permite que estos dispositivos, por ejemplo, ordenadores, envíen y reciben datos en el interior y en el exterior; en cualquier parte dentro del alcance de una estación base. Las redes wifi utilizan tecnologías de radio llamadas IEEE 802.11 (a, b, g, n, ac, etc.) para proporcionar una conectividad inalámbrica rápida, fiable y segura. Una red wifi puede utilizarse para conectar ordenadores entre sí, a Internet y a redes por cable (que puedan utilizar el IEEE 802.3 o Ethernet). Las redes wifi funcionan en las bandas de radio no licenciadas de 2,4 y 5 GHz por ejemplo o con productos que contienen ambas bandas (doble banda), de manera que las redes puedan proporcionar un rendimiento real similar a las redes Ethernet por cable 10BaseT básicas que se utilizan en muchas oficinas.

[0104] La FIG. 12 presenta un modo de realización de ejemplo 1200 de una plataforma de red móvil 1210 que puede implementarse y aprovechar uno o más aspectos del objeto dado a conocer descrito en el presente documento. En uno o más modos de realización, la plataforma de red móvil 1210 puede generar y recibir señales transmitidas y recibidas por estaciones de base (por ejemplo, los dispositivos de estación base 104 y 508) y los dispositivos repetidores (por ejemplo, los dispositivos repetidores 710, 806 y 900) asociados con el objeto dado a conocer. En general, la plataforma de red inalámbrica 1210 puede comprender componentes, por ejemplo, nodos, puertas de enlace, interfaces, servidores, o plataformas dispares, que faciliten el tráfico con conmutación de paquetes (PS) (por ejemplo, un protocolo de Internet (IP), *frame relay*, modo de transferencia asíncrona (ATM)) y con conmutación de circuitos (CS) (por ejemplo, voz y datos), así como la generación de control para telecomunicaciones inalámbricas de red. Como un ejemplo no limitativo, la plataforma de red inalámbrica 1210 puede incluirse en redes portadoras de telecomunicaciones, y pueden considerarse componentes portadores secundarios tal como se expone en otra parte de la presente memoria. La plataforma de red móvil 1210 comprende nodo(s) de puerta de enlace con CS 1212 que pueden interactuar con el tráfico con CS recibido de redes de legado como la red(es) telefónica(s) 1240 (por ejemplo, una red telefónica pública conmutada (PSTN, por sus siglas en inglés) o una red móvil terrestre pública (PLMN, por sus siglas en inglés)) o una red de sistema de señalización n.º 7 (SS7) 1260. El nodo(s) de puerta de enlace con conmutación de circuitos 1212 puede(n) autorizar y autenticar el tráfico (por ejemplo, la voz) que surge de dichas redes. De forma adicional, el nodo(s) de puerta de enlace con CS 1212 puede(n) acceder a los datos de movilidad, o de itinerancia, generados mediante la red SS7 1260; por ejemplo, los datos de movilidad almacenados en un registro de posiciones visitado (VLR), que puede estar situado en la memoria 1230. Asimismo, el nodo(s) de puerta de enlace con CS 1212 conecta el tráfico basado en CS y la señalización y el nodo(s) de puerta de enlace con PS 1218. Como un ejemplo, en una red 3GPP UMTS, el nodo(s) de puerta de enlace con CS 1212 puede realizarse al menos en parte en un nodo(s) de soporte de la pasarela del GPRS (GGSN, por sus siglas en inglés). Debería apreciarse que el funcionamiento y procedimiento específico del nodo(s) de puerta de enlace con CS 1212, el nodo(s) de puerta de enlace con PS 1218, y el nodo(s) de servicio 1216, se proporciona y se determina por la tecnología(s) de radio utilizada(s) por la plataforma de red móvil 1210 para la telecomunicación.

[0105] Además de recibir y procesar señales y tráfico con CS, el nodo(s) de puerta de enlace con PS 1218 puede(n) autorizar y autenticar sesiones de datos basadas en PS con dispositivos móviles que reciben servicio. Las sesiones de datos pueden comprender tráfico, o contenido(s), intercambiados con redes externas a la plataforma de red inalámbrica 1210, como la red(es) de área amplia (WAN) 1250, la red(es) de empresa 1270, y la red(es) de servicio 1280, que pueden estar incorporadas en la red(es) de área local (LAN), también pueden conectarse con la plataforma de red móvil 1210 mediante el nodo(s) de puerta de enlace PS 1218. Cabe señalar que las WAN 1250 y la red(es) de empresa 1270 pueden incorporar, al menos en parte, una red(es) de servicio como un subsistema multimedia IP (IMS). En función de la capa(s) de tecnología de radio disponible en el recurso(s) tecnológico(s), el nodo(s) de puerta de enlace con conmutación de paquetes 1218 puede generar

contextos de protocolo de datos en paquetes cuando se establece una sesión de datos; también pueden generarse otras estructuras de datos que faciliten el enrutamiento de datos paquetizados. En este sentido, en un aspecto, el nodo(s) de puerta de enlace con PS 1218 puede comprender una interfaz de túnel (por ejemplo, una pasarela de terminación de túnel (TTG) en red(es) UMTS 3GPP (no se muestra)) que puede facilitar la comunicación paquetizada con red(es) inalámbricas dispares, como redes wifi.

[0106] En un modo de realización 1200, la plataforma de red inalámbrica 1210 también comprende el nodo(s) de servicio 1216 que, en función de la capa(s) de tecnología de radio disponible dentro del recurso(s) de tecnología, transmite las varias corrientes de flujos de datos paquetizados recibidas mediante el nodo(s) de puerta de enlace con PS 1218. Cabe señalar que para el recurso(s) tecnológico(s) que depende principalmente de la comunicación con CS, el nodo(s) servidor pueden entregar tráfico sin depender del nodo(s) de puerta de enlace con PS 1218; por ejemplo, el nodo(s) servidor puede incorporar al menos en parte un centro de comunicaciones móviles. Como un ejemplo, en una red 3GPP UMTS, el nodo(s) servidor 1216 puede estar incorporado en un nodo(s) de soporte GPRS de servicio (SGSN, por sus siglas en inglés).

[0107] Para las tecnologías de radio que explotan la comunicación paquetizada, el servidor(es) 1214 de una plataforma de red inalámbrica 1210 puede ejecutar numerosas aplicaciones que pueden generar múltiples corrientes o flujos de datos paquetizados distintos, y administrar (por ejemplo, programar, poner en cola, formatear...) dichos flujos. Tal aplicación(es) pueden comprender funciones complementarias a los servicios estándar (por ejemplo, aprovisionamiento, facturación, atención al cliente...) proporcionadas por la plataforma de red inalámbrica 1210. Los flujos de datos (por ejemplo, el contenido(s) que forma parte de una llamada de voz o una sesión de datos) pueden transmitirse al nodo(s) de puerta de enlace con PS 1218 para su autorización/autenticación e iniciación de una sesión de datos, y al nodo(s) de servicio 1216 para una posterior comunicación. Además del servidor de aplicaciones, el servidor(es) 1214 puede comprender servidor(es) de utilidad, un servidor de utilidad puede comprender un servidor de aprovisionamiento, un servidor de mantenimiento y operaciones, un servidor de seguridad que puede implementar al menos en parte una autoridad de certificación, y cortafuegos así como otros mecanismos de seguridad, y similares. En un aspecto, el servidor(es) de seguridad asegura la comunicación establecida a través de la plataforma de red inalámbrica 1210 para asegurar el funcionamiento de la red y la integridad de los datos además de los procedimientos de autorización y autenticación que pueden adoptar el nodo(s) de puerta de enlace con CS 1212 y el nodo(s) de puerta de enlace con PS 1218. Asimismo, el servidor(es) de aprovisionamiento puede proporcionar servicios desde una red(es) externa(s), como redes gestionadas por un proveedor de servicios diferente; por ejemplo la WAN 1250 o una red(es) de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (no se muestran). El servidor(es) de aprovisionamiento también puede proporcionar cobertura a través de redes asociadas con la plataforma de red inalámbrica 1210 (por ejemplo, implementadas y gestionadas por el mismo proveedor de servicios), como las redes de antenas distribuidas mostradas en la FIG. 1(s) que aumentan la cobertura del servicio inalámbrico al proporcionar más cobertura de red. Los dispositivos repetidores como los que se muestran en las FIGs. 7, 8 y 9 también pueden mejorar la cobertura de red a fin de aumentar la experiencia del servicio de los abonados mediante el equipo de usuario 1275.

[0108] Cabe señalar que el servidor(es) 1214 puede comprender uno o más procesadores configurados para proporcionar al menos en parte la funcionalidad de la plataforma de macrorred 1210. En ese sentido, el uno o más procesadores pueden ejecutar instrucciones de código almacenadas en la memoria 1230, por ejemplo. Debería apreciarse que el servidor(es) 1214 puede comprender un gestor de contenido, que funciona sustancialmente de la misma manera que como se ha descrito anteriormente.

[0109] En el modo de realización de ejemplo 1200, la memoria 1230 puede almacenar información relacionada con el funcionamiento de la plataforma de red inalámbrica 1210. Otra información operativa puede comprender el aprovisionamiento de información de dispositivos móviles suministrada mediante la plataforma de red inalámbrica 1210, las bases de datos de abonados; inteligencia de aplicaciones, sistemas de fijación de precios, por ejemplo, tarifas promocionales, programas de tarifa plana, campañas de cupones; especificación(es) técnicas acordadas a los protocolos de comunicaciones para el funcionamiento de radios dispares, o capas de tecnología inalámbrica, etc. La memoria 1230 también puede almacenar información de al menos una de la(s) red(es) telefónica(s) 1240, WAN 1250, red(es) de empresa 1270, o red SS7 1260. En un aspecto, por ejemplo, la memoria 1230 es accesible como parte de un componente de almacenamiento de datos o como un almacenamiento de memoria conectado de manera remota.

[0110] A fin de proporcionar un contexto para los varios aspectos del objeto dado a conocer, la FIG. 12, y la siguiente exposición, pretenden proporcionar una descripción general breve de un entorno adecuado en el que pueden implementarse los varios aspectos del objeto descrito en el presente documento. Aunque el objeto se ha descrito anteriormente en el contexto general de instrucciones ejecutables por ordenador de un programa informático que funciona en un ordenador y/u ordenadores, los expertos en la materia reconocerán que el objeto dado a conocer también puede implementarse en combinación con otros módulos de programa. En general, los módulos de programa comprenden rutinas, programas, componentes, estructuras de datos, etc., que llevan a cabo tareas concretas y/o implementan tipos de datos abstractos concretos.

- [0111] Volviendo ahora a las **FIGs. 13a, 13b y 13c**, se ilustran diagramas de bloques de modos de realización de ejemplo no limitativos de un sistema de acoplador de guía de onda ranurada 1300 de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. En concreto, las secciones transversales de varias guías de onda se presentan cerca de la intersección donde la guía de onda lanza una onda guiada a lo largo de un cable. En la
- 5 **FIG. 13a**, el sistema de acoplador de guía de onda comprende un cable 1306 que está colocado con respecto a una guía de onda 1302, de manera que el cable 1306 encaje en o cerca de una ranura formada en la guía de onda 1302 que discurre de manera longitudinal con respecto al cable 1306. Los extremos opuestos 1304a y 1304b de la guía de onda 1302, y la propia guía de onda 1302, rodean menos de 180 grados de la superficie de cable del cable 1306.
- 10 **[0112]** En la **FIG. 13b**, el sistema de acoplador de guía de onda comprende un cable 1314 que está situado con respecto a una guía de onda 1308, de manera que el cable 1314 encaje en o cerca de una ranura formada en la guía de onda 1308 que discurre de manera longitudinal con respecto al cable 1314. Las superficies de ranura de la guía de onda 1308 pueden no ser paralelas, y se muestran dos modos de realización diferentes en la **FIG. 13b**. En el primero, las superficies de ranura 1310a y 1310b pueden no ser paralelas y apuntar hacia fuera, un poco más anchas que la anchura del cable 1314. En el otro modo de realización, las superficies de ranura 1312a y 1312b por otra parte pueden no ser paralelas, sino estrechas, para formar una abertura de ranura más pequeña que la anchura del cable 1314. Cualquier variedad de ángulos de las superficies de ranura no paralelas es posible, de las que estas son dos modos de realización de ejemplo.
- 15 **[0113]** En la **FIG. 13c**, el sistema de acoplador de guía de onda muestra un cable 1320 que encaja en una ranura formada en la guía de onda 1316. Las superficies de ranura 1318a y 1318b en este modo de realización de ejemplo pueden ser paralelas, pero el eje 1326 del cable 1320 no está alineado con el eje 1324 de la guía de onda 1316. La guía de onda 1316 y el cable 1320, por consiguiente, no están alineados de forma coaxial. En otro modo de realización mostrado, una posible posición del cable en el 1322 también tiene un eje 1328 que no está alineado con el eje 1324 de la guía de onda 1316.
- 20 **[0114]** Debe apreciarse que aunque los tres modos de realización diferentes que muestran a) superficies de guías de onda que rodean menos de 180 grados del cable, b) superficies de ranura no paralelas, y c) la guía de onda y los cables no alineados de manera coaxial se mostraron por separado en las **FIGs. 13a, 13b, y 13c**, en varios modos de realización, diversas combinaciones de las características enumeradas son posibles.
- 25 **[0115]** Volviendo ahora a la **FIG. 14**, se ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de acoplamiento de guía de onda 1400 de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. La **FIG. 14** ilustra una representación en sección transversal de la guía de onda y los modos de realización del cable mostrados en las **FIGs. 2, 3, 4**, etc. Como puede verse en el 1400, el cable 1404 puede situarse directamente al lado y tocando la guía de onda 1402. En otros modos de realización, tal como se muestra en el sistema de acoplamiento de guía de onda 1410 en la **FIG. 14b**, el cable 1414 también puede estar situado cerca, pero sin tocar realmente la tira de guía de onda 1412. En ambos casos, las ondas electromagnéticas que se propagan a lo largo de las guías de onda pueden inducir otras ondas electromagnéticas en los cables y viceversa. Además, en ambos modos de realización, los cables 1404 y 1414 se sitúan fuera del área de sección transversal definida por las superficies exteriores de las guías de onda 1402 y 1412.
- 30 **[0116]** Para los propósitos de esta exposición, una guía de onda no rodea, en una parte sustancial, una superficie de cable de un cable cuando la guía de onda no rodea una zona axial de la superficie de más de 180 grados cuando se mira su sección transversal. Para evitar dudas, una guía de onda no rodea, en una parte sustancial una superficie de un cable cuando la guía de onda rodea una zona axial de la superficie de 180 grados o menos cuando se mira su sección transversal.
- 35 **[0117]** Debe apreciarse que mientras que las **FIGs. 14 y 14b** muestran que los cables 1404 y 1414 tienen forma circular y las guías de onda 1402 y 1412 tienen forma rectangular, esto no pretende ser limitativo. En otros modos de realización, los cables y las guías de onda pueden tener una variedad de formas, tamaños y configuraciones. Las formas pueden incluir, pero sin carácter limitativo: óvalos u otras formas elipsoides, octógonos, cuadriláteros u otros polígonos con bordes afilados o redondeados, u otras formas. De manera adicional, en algunos modos de realización, los cables 1404 y 1414 pueden ser cables trenzados que comprenden cables con un calibre menor, como filamentos helicoidales, trenzados u otro acoplamiento de filamentos individuales en un único cable. Cualquiera de los cables y guías de onda mostrados en las figuras y descritos a lo largo de esta exposición puede incluir uno o más de estos modos de realización.
- 40 **[0118]** En esta memoria descriptiva de la materia, términos como "almacenar", "almacenamiento", "almacenar datos", "almacenamiento de datos", "base de datos", y sustancialmente cualquier otro componente de almacenamiento de información relevante para el funcionamiento y actividad de un componente, se refieren a "componentes de memoria", o entidades representadas en una "memoria", o componentes que comprenden la memoria. Se apreciará que los componentes de memoria descritos en el presente documento pueden ser o bien memoria volátil o bien memoria no volátil, o pueden comprender memoria volátil y no volátil, a título ilustrativo, y en ningún caso limitativo, memoria volátil, memoria no volátil, almacenamiento en disco, y almacenamiento de memoria. Además, la memoria no volátil puede incluirse en la memoria de solo lectura (ROM), ROM programable (PROM), ROM programable eléctricamente (EPROM), ROM borrable eléctricamente (EEPROM), o memoria
- 45
- 50
- 55
- 60

flash. La memoria volátil puede comprender una memoria de acceso aleatorio (RAM), que actúa como una memoria caché externa. A modo ilustrativo, y en ningún caso limitativo, la RAM está disponible de muchas formas como RAM síncrona (SRAM), RAM dinámica (DRAM), DRAM síncrona (SDRAM), SDRAM de tasa de datos doble (DDR SDRAM), SDRAM mejorada (ESDRAM), DRAM Synchlink (SLDRAM), y RAM Rambus directa (DDRAM). De forma adicional, los componentes de memoria dados a conocer de sistemas o métodos del presente documento pretenden comprender, sin estar limitados a comprender, estos y otros tipos adecuados de memoria.

[0119] Además, cabe señalar que el objeto dado a conocer puede llevarse a cabo con otras configuraciones del sistema informático, comprendiendo sistemas informáticos con un único procesador o con múltiples procesadores, dispositivos informáticos pequeños, ordenadores principales, así como ordenadores personales, dispositivos informáticos portátiles (por ejemplo, PDA, teléfono, reloj, tabletas, *netbooks*, etc.), electrónica de consumo o industrial programable o basada en microprocesadores, y similares. Los aspectos ilustrados también pueden llevarse a cabo en entornos informáticos distribuidos donde las tareas son realizadas por dispositivos de procesamiento remotos que están conectados mediante una red de comunicaciones; no obstante, algunos, si no todos los aspectos de la descripción de la materia puede llevarse a cabo en ordenadores independientes. En un entorno informático distribuido, los módulos de programa pueden estar situados en dispositivos de almacenamiento de memoria remotos y locales.

[0120] Algunos de los modos de realización descritos en el presente documento también pueden emplear inteligencia artificial (AI) para facilitar la automatización de una o más características descritas en el presente documento. Por ejemplo, puede utilizarse la inteligencia artificial para determinar posiciones alrededor de un cable en que las guías de onda dieléctrica 604 y 606 deberían situarse a fin de maximizar la eficiencia de la transferencia. Los modos de realización (por ejemplo, en conexión con identificar automáticamente instalaciones de células adquiridas que proporcionan un beneficio/valor máximo tras su adición a una red de comunicaciones existente) pueden emplear varios esquemas basados en inteligencia artificial para llevar a cabo varios modos de realización de los mismos. Además, el clasificador puede emplearse para determinar una clasificación o prioridad de cada instalación de célula de la red adquirida. Un clasificador es una función que mapea un vector de atributo de entrada, $x = (x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n)$, a una confianza de que la entrada pertenezca a una clase, es decir, $f(x) = \text{confianza}(\text{clase})$. Dicha clasificación puede emplear un análisis probabilístico y/o estadístico (por ejemplo, la factorización en el análisis de utilidades y costes) para pronosticar o inferir una acción que un usuario desea que se realice automáticamente. Una máquina de soporte vectorial (SVM, por sus siglas en inglés) es un ejemplo de un clasificador que puede emplearse. La SVM funciona buscando una hipersuperficie en el espacio de posibles entradas; dicha hipersuperficie intenta separar los criterios desencadenantes de los eventos no desencadenantes. De manera intuitiva, esto hace la clasificación correcta para analizar los datos que están próximos, pero no son idénticos a los datos de entrenamiento. Otros enfoques de clasificación de modelo dirigidos y no dirigidos comprenden, por ejemplo, el Bayesiano ingenuo, redes Bayesianas, árboles de decisión, redes neuronales, modelos de lógica difusa, y modelos de clasificación probabilística que proporcionan distintos patrones de independencia que pueden emplearse. La clasificación tal como se utiliza en el presente documento también es inclusiva de regresión estadística que se utiliza para desarrollar modelos de prioridad.

[0121] Tal como se apreciará fácilmente, uno o más de los modos de realización pueden emplear clasificadores que están entrenados expresamente (por ejemplo, mediante datos de entrenamiento genéricos) así como entrenados de manera implícita (por ejemplo, mediante la observación del comportamiento de equipos de usuario, preferencias de operador, información histórica, recibiendo de información extrínseca). Por ejemplo, las SVM pueden configurarse mediante una fase de aprendizaje o entrenamiento dentro de un módulo de selección de características y un constructor clasificador. Por tanto, el clasificador(es) pueden utilizarse para aprender y llevar a cabo automáticamente un número de funciones, incluyendo, pero sin carácter limitativo, determinar según unos criterios predeterminados cuáles de las instalaciones de células adquiridas beneficiarán a un número máximo de suscriptores y/o cuáles de las instalaciones de células adquiridas añadirán un valor mínimo a la cobertura de la red de comunicaciones existente, etc.

[0122] Tal como se utiliza en algunos contextos en esta aplicación, en algunos modos de realización, los términos "componente", "sistema" y similares pretenden hacer referencia a, o comprender, una entidad informática, o una entidad relacionada con un aparato operacional con una o más funcionalidades específicas, donde la entidad podría ser *hardware*, una combinación de *hardware* y *software*, o *software* en ejecución. Como ejemplo, un componente podría ser, pero no estaría limitado a ser, un proceso ejecutándose en un procesador, un procesador, un objeto, un ejecutable, un hilo de ejecución, instrucciones ejecutables por ordenador, un programa y/o un ordenador. A modo ilustrativo, y en ningún caso limitativo, una aplicación ejecutándose en un servidor y el servidor pueden ser un componente. Uno o más componentes pueden residir dentro de un proceso y/o hilo de ejecución y un componente puede estar localizado en un ordenador y distribuido entre dos o más ordenadores. Además, estos componentes pueden ejecutarse desde varios soportes legibles por ordenador presentando varias estructuras de datos almacenadas en el mismo. Los componentes pueden comunicarse mediante procesos locales y/o remotos como de acuerdo con una señal que presenta uno o más paquetes de datos (por ejemplo, datos de un componente interactuando con otro componente en un sistema local, sistema distribuido, y/o a lo largo de una red como Internet con otros sistemas mediante la señal). Como otro ejemplo, un

componente puede ser un aparato con una funcionalidad específica proporcionada por partes mecánicas operadas mediante circuitería electrónica o eléctrica, que está gestionada por una aplicación de *firmware* o *software* ejecutada por un procesador, donde el procesador puede ser interno o externo al aparato y ejecuta al menos una parte de la aplicación de *firmware* o *software*. Como otro ejemplo adicional, un componente puede ser un aparato que proporcione una funcionalidad específica mediante componentes electrónicos sin partes mecánicas, los componentes electrónicos pueden comprender un procesador en los mismos para ejecutar *software* o *firmware* que confiere al menos en parte la funcionalidad de los componentes electrónicos. Mientras que varios componentes se han ilustrado como componentes separados, se apreciará que pueden implementarse múltiples componentes como un único componente, o un único componente puede implementarse con múltiples componentes, sin alejarse de los modos de realización de ejemplo.

[0123] Además, los varios modos de realización pueden implementarse como un método, aparato o artículo manufacturado utilizando programación estándar y/o técnicas de ingeniería para producir *software*, *firmware*, *hardware* o cualquier combinación de los mismos para controlar un ordenador para implementar el objeto dado a conocer. El término "artículo manufacturado", tal como se utiliza en el presente documento, pretende abarcar un programa informático accesible desde cualquier dispositivo legible por ordenador o medio de comunicaciones/almacenamiento legible por ordenador. Por ejemplo, el medio de almacenamiento legible por ordenador puede incluir, pero sin carácter limitativo, dispositivos de almacenamiento magnético (por ejemplo, discos duros, disquetes, bandas magnéticas), discos ópticos (por ejemplo, discos compactos (CD), discos versátiles digitales (DVD)), tarjetas inteligentes, y dispositivos de memoria flash (por ejemplo, tarjetas, lápices USB, *pendrives*). Por supuesto, los expertos en la materia reconocerán que pueden hacerse muchas modificaciones a esta configuración sin alejarse del alcance de los varios modos de realización.

[0124] Además, las palabras "ejemplo" y "de ejemplo" se utilizan en el presente documento para significar que sirven como un modelo o ilustración. Cualquier modo de realización o diseño descrito en el presente documento como un "ejemplo" o "de ejemplo" no debe interpretarse necesariamente como preferido o ventajoso frente a otros modos de realización o diseños. En su lugar, la utilización de la palabra ejemplo o de ejemplo pretende presentar conceptos de una manera determinada. Tal como se utiliza en esta solicitud, el término "o" pretende significar un "o" inclusivo en lugar de un "o" exclusivo. Esto es, a menos que se especifique lo contrario o quede claro por el contexto, "X emplea A o B" pretende significar cualquiera de las combinaciones inclusivas naturales. Esto es, si X emplea A; X emplea B; o X emplea A y B, entonces "X emplea A o B" se satisface con arreglo a cualquiera de los ejemplos anteriores. Además, los artículos "un", "una", "unos" y "unas", tal como se utilizan en esta solicitud y en las reivindicaciones adjuntas, deben interpretarse generalmente como "uno o más" a menos que se especifique lo contrario o esté claro a partir del contexto que se orienta hacia una forma singular.

[0125] Asimismo, términos como "equipo de usuario", "estación móvil", "móvil", "estación del abonado", "terminal de acceso", "terminal", "teléfono", "dispositivo móvil" (y/o términos que representen terminología similar) pueden hacer referencia a un dispositivo inalámbrico utilizado por un abonado o usuario de un servicio de comunicación inalámbrico para recibir o transmitir datos, control, voz, vídeo, sonido, juegos, o sustancialmente cualquier flujo de datos o flujo de señalización. Los términos anteriores se utilizan en el presente documento de manera intercambiable y con referencia a las figuras relacionadas.

[0126] Asimismo, los términos "usuario", "abonado", "cliente", "consumidor" y similares se emplean de manera intercambiable en todo el texto, a menos que el contexto garantice distinciones particulares entre los términos. Debería apreciarse que tales términos pueden hacer referencia a entidades humanas o componentes automatizados respaldados mediante inteligencia artificial (por ejemplo, una capacidad de hacer interferencias basándose, al menos, en formalismos matemáticos complejos), que pueden proporcionar una visión simulada, reconocimiento de sonido, y similares.

[0127] Tal como se emplea en el presente documento, el término "procesador" puede hacer referencia sustancialmente a cualquier unidad de procesamiento informática o dispositivo que comprende, pero no está limitado a comprender, procesadores de núcleo único, procesadores únicos con capacidad de ejecución de multihilos de *software*; procesadores multinúcleo; procesadores multinúcleo con capacidad de ejecución de multihilos de *software*; procesadores multinúcleo con tecnología de multihilos de *hardware*; plataformas paralelas; y plataformas paralelas con memoria compartida distribuida. De manera adicional, un procesador puede referirse a un circuito integrado, un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC), un procesador de señal digital (DSP), una matriz de puertas programable *in situ* (FGPA), un controlador lógico programable (PLC), un dispositivo lógico programable complejo (CPLD), una puerta discreta o lógica de transistor, componentes de *hardware* discretos o cualquier combinación de los mismos designadas para realizar las funciones descritas en el presente documento. Los procesadores pueden explotar arquitecturas a escala nanométrica, como por ejemplo, pero sin carácter limitativo, interruptores, puertas y transistores basados en puntos cuánticos o moleculares, a fin de optimizar el uso de espacio o aumentar el rendimiento del equipo de usuario. Un procesador también puede implementarse como una combinación de unidades de procesamiento informático.

[0128] Volviendo ahora a la **FIG. 15**, se muestra un diagrama de bloques ilustrando un modo de realización no limitativo de ejemplo de un sistema de comunicaciones de onda guiada 1550. En funcionamiento, un dispositivo

de transmisión 1500 recibe una o más señales de comunicaciones 1510 desde una red de comunicaciones u otro dispositivo de comunicaciones que incluye datos y genera ondas guiadas 1520 para enviar los datos mediante el medio de transmisión 1525 al dispositivo de transmisión 1502. El dispositivo de transmisión 1502 recibe las ondas guiadas 1520 y las convierte en señales de comunicación 1512 que incluyen los datos para la transmisión a una red de comunicaciones u otro dispositivo de comunicación. La red o redes de comunicaciones pueden incluir una red de comunicaciones inalámbrica, como una red celular de voz y datos, una red de área local inalámbrica, una red de comunicaciones por satélite, una red de área personal, u otras redes inalámbricas. La red o redes de comunicaciones pueden incluir una red de comunicación por cable como una red telefónica, una red Ethernet, una red de área local, una red de área extendida como Internet, una red de acceso a la banda ancha, una red por cable, una red de fibra óptica, u otra red por cable. Los dispositivos de comunicación pueden incluir un dispositivo periférico de red, un dispositivo de puente o una puerta de enlace doméstica, un descodificador, un módem de banda ancha, un adaptador telefónico, un punto de acceso, una estación base, u otro dispositivo de comunicación fijo, un dispositivo de comunicación móvil como una puerta de enlace automotriz, un ordenador portátil, una tableta, un teléfono inteligente, un teléfono móvil, u otro dispositivo de comunicación.

[0129] En un modo de realización de ejemplo, el sistema de comunicaciones de onda guiada 1550 puede funcionar de manera bidireccional donde el dispositivo de transmisión 1500 recibe una o más señales de comunicaciones 1512 desde una red de comunicaciones o dispositivo que incluye otros datos y genera ondas guiadas 1522 para enviar los otros datos mediante el medio de transmisión 1525 al dispositivo de transmisión 1500. En este modo de funcionamiento, el dispositivo de transmisión 1502 recibe las ondas guiadas 1522 y las convierte en señales de comunicación 1510 que incluyen los otros datos para la transmisión a una red de comunicaciones o dispositivo.

[0130] El medio de transmisión 1525 puede incluir un cable u otro conductor o una parte interna presentando al menos una parte interna rodeada de un material dieléctrico, presentando el material dieléctrico una superficie externa y una circunferencia correspondiente. En un modo de realización de ejemplo, el medio de transmisión 1525 funciona como una línea de transmisión unifilar para guiar la transmisión de una onda electromagnética. Cuando el medio de transmisión 1525 se implementa como un sistema de transmisión unifilar, puede incluir un cable. El cable puede tener o no aislamiento, y puede ser de un filamento de múltiples filamentos. En otros modos de realización, el medio de transmisión 1525 puede contener conductores de otras formas o configuraciones incluyendo haces de cables, cables, varas, rieles, tuberías. Asimismo, el medio de transmisión 1525 puede incluir no conductores como tuberías dieléctricas, varas, rieles u otros elementos dieléctricos; combinaciones de materiales conductores y dieléctricos u otros medios de transmisión de ondas guiadas. Cabría señalar que el medio de transmisión 1525 puede incluir de otro modo cualquiera de los medios de transmisión analizados anteriormente en conjunto con las

FIGs. 1 -14.

[0131] Conforme a un modo de realización de ejemplo, las ondas guiadas 1520 y 1522 pueden contrastarse con transmisiones de radio sobre espacio libre/aire o propagación convencional de señales o energía eléctrica a través del conductor de un cable. En concreto, las ondas guiadas 1520 y 1522 son ondas de superficie y otras ondas electromagnéticas que rodean toda o parte de la superficie del medio de transmisión y se propagan con poca pérdida a lo largo del medio de transmisión desde el dispositivo de transmisión 1500 al dispositivo de transmisión 1502, y viceversa. Las ondas guiadas 1520 y 1522 pueden tener una estructura de campo (por ejemplo, una estructura de campo electromagnético) que se extiende principal o sustancialmente por fuera del medio de transmisión 1525. Además de la propagación de las ondas guiadas 1520 y 1522, el medio de transmisión 1525 puede contener de manera opcional uno o más cables que propagan energía eléctrica u otras señales de comunicación de una manera convencional como parte de uno o más circuitos eléctricos.

[0132] Volviendo ahora a la **FIG. 16**, se muestra un diagrama de bloques ilustrando un modo de realización no limitativo de ejemplo de un dispositivo de transmisión 1500 o 1502. El dispositivo de transmisión 1500 o 1502 incluye una interfaz de comunicaciones (I/F) 1600, un transceptor 1610 y un acoplador 1620.

[0133] En un ejemplo del funcionamiento, la interfaz de comunicaciones recibe una señal de comunicaciones 1510 o 1512 que incluye primeros datos. En diversos modos de realización, la interfaz de comunicaciones 1600 puede incluir una interfaz inalámbrica para recibir una señal de comunicación inalámbrica de conformidad con un protocolo estándar inalámbrico como LTE u otros protocolos de voz y datos celulares, un protocolo 802.11, un protocolo WIMAX, un protocolo UltraWideband, un protocolo Bluetooth, un protocolo Zigbee, un protocolo de emisión directa por satélite (DBS) u otro protocolo de comunicación por satélite, u otro protocolo inalámbrico. Además o como alternativa, la interfaz de comunicaciones 1600 incluye una interfaz por cable que funciona de conformidad con un protocolo de Ethernet, un protocolo de Bus Universal en Serie (USB), un protocolo de especificación de interfaz para servicios de datos por cable (DOCSIS), un protocolo de línea de abonado digital (DSL), un protocolo de FireWire (IEEE 1394) u otro protocolo por cable. Además de en protocolos basados en estándares, la interfaz de comunicaciones 1600 puede funcionar en conjunto con otro protocolo inalámbrico o por cable. Además, la interfaz de comunicaciones 1600 puede funcionar de manera opcional en conjunto con una pila de protocolos que incluye múltiples capas de protocolos.

[0134] En un ejemplo de funcionamiento, el transceptor 1610 genera una primera onda electromagnética en función de la señal de comunicaciones 1510 o 1512 para transmitir los primeros datos. La primera onda electromagnética tiene al menos una frecuencia portadora y al menos una longitud de onda correspondiente. En varios modos de realización, el transceptor 1610 es un transceptor de microondas que funciona a una frecuencia portadora con una longitud de onda correspondiente que es menor que la circunferencia del medio de transmisión 1525. La frecuencia portadora puede estar dentro de una banda de frecuencia de onda milimétrica 30GHz - 300GHz. En un modo de funcionamiento, el transceptor 1610 solamente eleva la frecuencia de la señal o señales de comunicaciones 1510 o 1512 para la transmisión de la primera señal electromagnética en la banda de onda milimétrica. En otro modo de funcionamiento, la interfaz de comunicaciones 1600 o bien convierte la señal de comunicaciones 1510 o 1512 a una señal de banda de base o cercana a la banda de base o bien extrae los primeros datos de la señal de comunicaciones 1510 y 1512 y el transceptor 1610 modula los primeros datos, la señal de banda de base o cercana a la banda de base para la transmisión.

[0135] En un ejemplo de funcionamiento, el acoplador 1620 acopla la primera onda electromagnética al medio de transmisión 1525. El acoplador 1620 puede implementarse mediante un acoplador de guía de onda dieléctrica o cualquiera de los acopladores y dispositivos de acoplamiento descritos en conjunto con las **FIGs. 1-14**. En un modo de realización de ejemplo, el medio de transmisión 1525 incluye un cable u otro elemento interior rodeado de un material dieléctrico presentando una superficie exterior. El material dieléctrico puede incluir un revestimiento aislante, un recubrimiento dieléctrico u otro dieléctrico en la superficie exterior del medio de transmisión 1525. La parte interna puede incluir un dieléctrico u otro aislante, un conductor, aire u otro gas o vacío, o uno o más conductores.

[0136] En un ejemplo de funcionamiento, el acoplamiento de la primera onda electromagnética al medio de transmisión 1525 forma una segunda onda electromagnética que es guiada para propagarse a lo largo de la superficie exterior del material dieléctrico del medio de transmisión mediante al menos un modo de onda guiada que incluye un modo asimétrico y opcionalmente uno o más de otros modos incluyendo un modo fundamental (simétrico) u otro modo asimétrico (no fundamental). La superficie exterior del material dieléctrico puede ser la superficie exterior de un revestimiento aislante, recubrimiento dieléctrico u otro material dieléctrico. En un modo de realización de ejemplo, la primera onda electromagnética generada por el transceptor 1610 es guiada para propagarse a lo largo del acoplador mediante al menos un modo de onda guiada que incluye un modo simétrico y donde una intersección entre el acoplador y el medio de transmisión induce el modo asimétrico de la segunda onda electromagnética y opcionalmente un modo simétrico de la segunda onda electromagnética.

[0137] En un modo de realización de ejemplo, el medio de transmisión 1525 es un medio de transmisión unifilar presentando una superficie exterior y una circunferencia correspondiente y el acoplador 1620 acopla la primera onda electromagnética al medio de transmisión unifilar. En concreto, el acoplamiento de la primera onda electromagnética al medio de transmisión unifilar forma una segunda onda electromagnética que es guiada para propagarse a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión unifilar mediante al menos un modo de onda guiada que incluye al menos un modo asimétrico y opcionalmente un modo simétrico y otros modos asimétricos, donde la al menos una frecuencia portadora está dentro de una banda de frecuencia de onda milimétrica y donde la al menos una longitud de onda correspondiente es menor que la circunferencia de un medio de transmisión unifilar. En un modo de funcionamiento, la primera onda electromagnética es guiada para propagarse a lo largo del acoplador mediante al menos un modo de onda guiada que incluye un modo simétrico y una intersección entre el acoplador y el medio de transmisión induce el modo asimétrico de la segunda onda electromagnética y, cuando está presente, el modo simétrico de la segunda onda electromagnética.

[0138] Mientras que la descripción anterior se ha centrado en el funcionamiento del transceptor 1610 como un transmisor, el transceptor 1610 también puede funcionar para recibir ondas electromagnéticas que transmiten segundos datos desde el medio de transmisión unifilar mediante el acoplador 1620 y para generar señales de comunicaciones 1510 o 1512, mediante la interfaz de comunicaciones 1600 que incluye los segundos datos. Consideremos modos de realización donde una tercera onda electromagnética transmita segundos datos que también se propague a lo largo de la superficie exterior del material dieléctrico del medio de transmisión 1525. El acoplador 1620 también acopla la tercera onda electromagnética desde el medio de transmisión 1525 para formar una cuarta onda electromagnética. El transceptor 1610 recibe la cuarta onda electromagnética y genera una segunda señal de comunicación que incluye los segundos datos. La interfaz de comunicación 1600 envía la segunda señal de comunicación a una red de comunicación o a un dispositivo de comunicaciones.

[0139] Volviendo ahora a la **FIG. 17**, se muestra un diagrama ilustrando un modo de realización no limitativo de ejemplo de una distribución de campo electromagnético. En este modo de realización, un medio de transmisión 1525 en aire incluye un conductor interior 1700 y un revestimiento aislante 1702 de material dieléctrico, se muestra en sección transversal. El diagrama incluye diferentes escalas de grises que representan distintas intensidades del campo electromagnético generadas por la propagación de la onda guiada presentando un modo asimétrico. La onda guiada tiene una estructura de campo que se encuentra principal o sustancialmente fuera del medio de transmisión 1525 que sirve para guiar la onda. Las zonas dentro del conductor 1700 tienen poco o ningún campo. Zonas similares dentro del revestimiento aislante 1702 tienen poca intensidad de campo. La mayoría de la intensidad del campo electromagnético se distribuye en los lóbulos 1704 en la superficie exterior del revestimiento aislante 1702 y muy cerca del mismo. La presencia de un modo de onda guiada asimétrico se

muestra por las altas intensidades del campo electromagnético en la parte superior e inferior de la superficie exterior del revestimiento aislante 1702; en oposición a las intensidades de campo muy pequeñas en los otros lados del revestimiento aislante 1702.

5 **[0140]** El ejemplo mostrado corresponde a una onda de 38 GHz guiada por un cable con un diámetro de 1,1 cm y un aislamiento dieléctrico con un espesor de 0,36 cm. Como la onda electromagnética está guiada por el medio de transmisión 1525 y la mayoría de la intensidad del campo se concentra en el aire fuera del revestimiento aislante 1702, la onda guiada puede propagarse longitudinalmente por el medio de transmisión 1525 con muy poca pérdida.

10 **[0141]** En un modo de realización de ejemplo, este modo de propagación asimétrico concreto se induce en el medio de transmisión 1525 por una onda electromagnética presentando una frecuencia que está comprendida dentro de un intervalo limitado (como +25 %) de la frecuencia de corte inferior del modo asimétrico. Esta frecuencia de corte puede variar en función de las dimensiones y propiedades del revestimiento aislante 1702 y el conductor interior 1700 y puede determinarse de manera experimental para tener un patrón de modo deseado. A frecuencias inferiores a la frecuencia de corte inferior, el modo asimétrico es difícil de inducir en el medio de transmisión 1525 y fracasa al propagarse en todas menos en las distancias insignificantes. Según aumenta la frecuencia por encima del intervalo limitado de frecuencias alrededor de la frecuencia de corte, el modo asimétrico se desplaza cada vez más hacia el interior del revestimiento aislante 1702. A frecuencias mucho mayores que la frecuencia de corte, la intensidad de campo ya no se concentra fuera del revestimiento aislante, sino principalmente dentro del revestimiento aislante 1702. Aunque el medio de transmisión 1525 proporciona un fuerte guiado a la onda electromagnética y la propagación aún es posible, los intervalos están más limitados por el aumento de las pérdidas debido a la propagación dentro del revestimiento aislante 1702; en contraposición al aire circundante.

25 **[0142]** Volviendo ahora a la **FIG. 18**, se muestra un diagrama ilustrando un modo de realización no limitativo de ejemplo de una distribución de campo electromagnético. En concreto, un diagrama similar a la **FIG. 17** se muestra con numerales de referencia comunes utilizados para referirse a elementos similares.

30 **[0143]** Este ejemplo mostrado se corresponde a una onda de 60 GHz guiada por un cable de 1,1 cm de diámetro y un aislamiento dieléctrico de 0,36 cm de espesor. Como la frecuencia de la onda es superior al intervalo limitado de la frecuencia de corte, el modo asimétrico se ha desplazado hacia dentro del revestimiento aislante 1702. En concreto, la intensidad de campo se concentra principalmente dentro del revestimiento aislante 1702. Aunque el medio de transmisión 1525 proporciona un fuerte guiado a la onda electromagnética y la propagación aún es posible, los intervalos son más limitados cuando se comparan con el modo de realización de la **FIG. 17**, por el aumento de las pérdidas debido a la propagación dentro del revestimiento aislante 1702.

35 **[0144]** Volviendo ahora a la **FIG. 19**, se muestra un diagrama de bloques ilustrando un modo de realización no limitativo de ejemplo de un dispositivo de transmisión. En concreto, se presenta un diagrama similar a la **FIG. 16** con numerales de referencia comunes utilizados para referirse a elementos similares. El dispositivo de transmisión 1500 o 1502 incluye una interfaz de comunicaciones 1600 que recibe una señal de comunicaciones 1510 o 1520 que incluye datos. El transceptor 1610 genera una primera onda electromagnética en función de la señal de comunicación 1510 o 1512 para transmitir los primeros datos, presentando la primera onda electromagnética al menos una frecuencia portadora. Un acoplador 1620 acopla la primera onda electromagnética al medio de transmisión 1525 presentando al menos una parte interna rodeada de un material dieléctrico, presentando el material dieléctrico una superficie externa y una circunferencia correspondiente. La primera onda electromagnética está acoplada al medio de transmisión para formar una segunda onda electromagnética que es guiada para propagarse a lo largo de la superficie exterior del material dieléctrico mediante al menos un modo de onda guiada. El al menos un modo de onda guiada incluye un modo asimétrico presentando una frecuencia de corte inferior y la al menos una frecuencia portadora se elige para que esté dentro de un intervalo limitado de la frecuencia de corte inferior.

45 **[0145]** El dispositivo de transmisión 1500 o 1502 incluye un controlador de entrenamiento (T/C) 1900 opcional. En un modo de realización de ejemplo, el controlador de entrenamiento 1900 se implementa mediante un procesador independiente o un procesador que esté compartido con uno o más de los otros componentes del dispositivo de transmisión 1500 o 1502. El controlador de entrenamiento 1900 selecciona la al menos una frecuencia portadora para que esté dentro del intervalo limitado de la frecuencia de corte inferior en función de los datos de retroalimentación recibidos por el transceptor 1610 desde al menos un dispositivo de transmisión remoto acoplado para recibir la segunda onda electromagnética.

50 **[0146]** En un modo de realización de ejemplo, una tercera onda electromagnética transmitida por un dispositivo de transmisión remoto 1500 o 1502 transmite segundos datos que también se propagan a lo largo de la superficie exterior del material dieléctrico de un medio de transmisión 1525. Los segundos datos pueden generarse para incluir los datos de retroalimentación. En funcionamiento, el acoplador 1620 también acopla la tercera onda electromagnética del medio de transmisión 1525 para formar una cuarta onda electromagnética y el transceptor recibe la cuarta onda electromagnética y procesa la cuarta onda electromagnética para extraer los segundos datos.

[0147] En un modo de realización de ejemplo, el controlador de entrenamiento 1900 opera en función de los datos de retroalimentación para evaluar una pluralidad de frecuencias candidatas y para seleccionar la al menos una frecuencia portadora para que esté dentro de un intervalo limitado de la frecuencia de corte inferior, como una de la pluralidad de frecuencias candidatas. Por ejemplo, las frecuencias candidatas pueden seleccionarse en función de criterios como: estar en una banda de onda milimétrica, presentar longitudes de onda mayores que una circunferencia exterior del medio de transmisión 1525, ser menores que la frecuencia de colisión media de electrones en un conductor que constituye una parte del medio de transmisión 1525, en función de resultados experimentales que indican el intervalo limitado de frecuencias alrededor de la frecuencia de corte para un medio de transmisión particular 1525 y un modo asimétrico seleccionado, y/o en función de resultados experimentales o simulaciones.

[0148] Consideremos el siguiente ejemplo: un dispositivo de transmisión 1500 comienza el procedimiento bajo el control del controlador de entrenamiento 1900 al enviar una pluralidad de ondas guiadas conteniendo datos de prueba a una pluralidad de frecuencias candidatas correspondientes a un dispositivo de transmisión 1502 remoto acoplado al medio de transmisión 1525. Los datos de prueba indican la frecuencia candidata concreta de la señal. El controlador de entrenamiento 1900 en el dispositivo de transmisión 1502 remoto recibe los datos de prueba desde cualquiera de las ondas guiadas que se recibieron adecuadamente y determina la mejor frecuencia candidata, un conjunto de frecuencias candidatas aceptables, o una clasificación que ordena las frecuencias candidatas. Esta frecuencia o frecuencias candidatas son generadas por el controlador de entrenamiento 1900 en función de uno o más criterios de optimización como la intensidad de la señal recibida, la tasa de error binario, la tasa de error de paquetes, la relación señal/ruido, o pueden generarse otros criterios de optimización por el transceptor 1610 del dispositivo de transmisión 1502 remoto. El controlador de entrenamiento 1900 genera datos de retroalimentación que indican la frecuencia o frecuencias candidatas y envía los datos de retroalimentación al transceptor 1610 para su transmisión al dispositivo de transmisión 1500. El dispositivo de transmisión 1500 y 1502 puede comunicar después los datos entre sí utilizando la frecuencia o frecuencias portadoras indicadas.

[0149] Mientras que el procedimiento anterior se ha descrito en un modo de operación de inicialización o arranque, cada dispositivo de transmisión 1500 o 1502 puede enviar señales de prueba o evaluar de otro modo las frecuencias candidatas también en otras ocasiones. En un modo de realización de ejemplo, el protocolo de comunicaciones entre los dispositivos de transmisión 1500 y 1502 puede incluir un modo de prueba periódico donde se analicen y evalúen ensayos completos o ensayos más limitados de un subconjunto de frecuencias candidatas. En otros modos de funcionamiento, el retorno a dicho modo de prueba puede desencadenarse por una degradación del rendimiento debido a un deterioro, condiciones ambientales, etc. En un modo de realización de ejemplo, el ancho de banda receptor del transceptor 1610 es o bien lo suficientemente ancho para incluir todas las frecuencias candidatas o bien puede ajustarse de manera selectiva por el controlador de entrenamiento 1900 a un modo de entrenamiento donde el ancho de banda receptor del transceptor 1610 es lo suficientemente ancho para incluir todas las frecuencias candidatas.

[0150] Aunque la onda guiada anterior se ha descrito como propagándose en la superficie exterior de una superficie dieléctrica del medio de transmisión 1525, otras superficies exteriores de un medio de transmisión 1525 incluyendo la superficie exterior de un cable descubierto también podrían emplearse. Además, aunque el controlador de entrenamiento 1900 se ha descrito anteriormente como seleccionando una frecuencia candidata que esté dentro de un intervalo limitado de la frecuencia de corte inferior de un modo asimétrico, el controlador de entrenamiento 1900 puede utilizarse para establecer una frecuencia candidata que optimice, optimice sustancialmente o aplique la optimización de Pareto a la propagación a lo largo de un medio de transmisión 1525 en función de uno o más criterios de rendimiento como la capacidad de procesamiento, la tasa de error de paquetes, la intensidad de la señal, la relación señal/ruido, la relación señal/ruido e interferencias, la separación de los canales en un sistema multicanal, y/u otros criterios de rendimiento; con o sin un modo asimétrico y en relación o independientemente de si la frecuencia candidata está dentro de un intervalo limitado de la frecuencia de corte inferior de cualquier modo concreto.

[0151] La FIG. 20 es un diagrama de bloques de un modo de realización de ejemplo no limitativo de un dispositivo de transmisión de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. En concreto, se muestra un dispositivo de transmisión 2000 (que puede incluir, por ejemplo, el dispositivo de transmisión 1500 o 1502 u otro dispositivo de transmisión) que incluye una pluralidad de transceptores 2020, 2020' (que pueden incluir, por ejemplo, los transceptores 1610 u otros transceptores), presentando cada uno un dispositivo de transmisión (o transmisor) y/o un dispositivo de recepción (o receptor) que está acoplado a una guía de onda 2022, 2022' y a un acoplador 2004, 2004' correspondientes. A la pluralidad de acopladores 2004, 2004' (que pueden incluir, por ejemplo, el acoplador 1620 u otro acoplador) se les puede denominar de manera colectiva como un "módulo de acoplamiento". Cada acoplador 2004 o 2004' de este tipo como el módulo de acoplamiento incluye una parte receptora 2010 o 2010' que recibe una onda electromagnética 2006 o 2006' que transmite primeros datos desde un dispositivo de transmisión o transceptor 2020 o 2020' mediante una guía de onda 2022 o 2022'. Una parte de guía 2012 o 2012' del acoplador 2004 o 2004' dirige una onda electromagnética 2006 o 2006' hasta una intersección 2014 para acoplar la onda electromagnética 2006 o 2006' a un medio de transmisión 2002. En el modo de realización mostrado, la intersección 2014 incluye un entrehierro, no obstante,

son posibles otras configuraciones con o sin entrehierros. La parte de guía 2012 o 2012' puede incluir un extremo ahusado 2015 o 2015' que acabe en la intersección 2014.

5 **[0152]** Cada onda electromagnética 2006 o 2006' se propaga mediante al menos un primer modo de onda guiada en la superficie exterior del acoplador, o dentro del acoplador, o una combinación de los mismos. El acoplamiento de las ondas electromagnéticas 2006 y 2006' al medio de transmisión 2002 mediante la intersección 2014 forma, genera, acopla o induce una pluralidad de ondas electromagnéticas 2008 y 2008' que son guiadas para propagarse a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión 2002 mediante al menos una segunda onda guiada que difiere del al menos un primer modo de onda guiada. El medio de transmisión 2002 puede ser un medio de transmisión unifilar u otro medio de transmisión que soporte la propagación de las ondas electromagnéticas 2008 y 2008' a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión 2002 para transmitir los primeros datos. Tal como se ha expuesto en conjunto con la **FIG. 17**, las ondas electromagnéticas 2008 y 2008' pueden tener una estructura de campo que se extiende principal o sustancialmente hacia fuera del medio de transmisión 2002 que sirve para guiar la onda.

15 **[0153]** En diversos modos de realización, las ondas electromagnéticas 2006 y 2006' se propagan a lo largo de los acopladores 2004 y 2004' mediante uno o más primeros modos de onda guiada que pueden incluir o bien de forma exclusiva o bien sustancialmente de forma exclusiva un modo simétrico (fundamental), no obstante, pueden incluirse otros modos de manera adicional o alternativa. De conformidad con estos modos de realización, el al menos un segundo modo de onda guiada de las ondas electromagnéticas 2008 y 2008' incluye al menos un modo asimétrico que no se incluye en los modos de onda guiada de las ondas electromagnéticas 2006 y 2006' que se propagan a lo largo de cada acoplador 2004 o 2004'. En funcionamiento, las intersecciones 2014 inducen las ondas electromagnéticas 2008 y 2008' en un medio de transmisión 2002 para incluir de manera opcional un modo simétrico (o fundamental), pero también uno o más modos asimétricos (o no fundamentales) no incluidos en los modos de onda guiada de la onda electromagnética 2006 o 2006' que se propagan a lo largo del acoplador 2004 o 2004'.

25 **[0154]** En términos más generales, consideremos que al menos un primer modo de onda guiada de una onda electromagnética 2006 o 2006' está definido por el conjunto de modos $S1$, donde:

$$S1 = (m11, m12, m13, ...)$$

30 **[0155]** Y donde los modos individuales $m11, m12, m13, ...$ pueden ser cada uno o bien un modo simétrico (o fundamental) o bien un modo asimétrico (o no fundamental) que se propague más de una distancia insignificante, es decir, que se propague a lo largo de la longitud de la parte de guía 2012 o 2012' de un acoplador 2004 o 2004' desde el extremo receptor 2010 o 2010' hasta el otro extremo 2015 o 2015'.

[0156] Consideremos también que el al menos un segundo modo de onda guiada de la onda electromagnética 2008 o 2008' está definido por un conjunto de modos $S2$, donde:

$$S2 = (M21, M22, M23, ...)$$

35 Y los modos individuales $M21, M22, M23, ...$ pueden ser cada uno un modo simétrico o un modo asimétrico que se propague a lo largo de la longitud del medio de transmisión 2002 más de una distancia insignificante, es decir, que se propaga lo suficiente para alcanzar un dispositivo de transmisión remoto acoplado a una ubicación diferente en el medio de transmisión 2002.

40 **[0157]** En diversos modos de realización, esa condición de que al menos un primer modo de onda guiada es distinto a al menos un segundo modo de onda guiada implica que $S1 \neq S2$. En concreto, $S1$ puede ser un subconjunto apropiado de $S2$, $S1$ puede ser un subconjunto apropiado de $S2$, o la intersección entre $S1$ y $S2$ puede ser el conjunto nulo, por ejemplo, si los medios utilizados por los acopladores 2004 y 2004' varían según el medio de transmisión 2002, otros de lo contrario podrían ser nulos si no hubiese modos comunes entre los conjuntos $S1$ y $S2$.

45 **[0158]** Además de funcionar como un transmisor, el dispositivo de transmisión 2000 también puede funcionar como un receptor. En este modo de funcionamiento, una pluralidad de ondas electromagnéticas 2018 y 2018' transmiten segundos datos que también se propagan a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión 2002, pero en la dirección opuesta a las ondas electromagnéticas 2008 y 2008'. Cada intersección 2014 acopla una de las ondas electromagnéticas 2018 o 2018' desde el medio de transmisión 2002 para formar una onda electromagnética 2016 o 2016' que es guiada hasta el receptor del transceptor 2020 o 2020' correspondiente por la parte de guía 2012 o 2012'.

50 **[0159]** En varios modos de realización, los primeros datos transmitidos por la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas 2008 y 2008' incluyen una pluralidad de flujos de datos que difieren entre sí y donde cada una de la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas 2006 o 2006' transmite uno de una pluralidad de flujos de datos. En términos más generales, los transceptores 2020 o 2020' funcionan para transmitir o bien el mismo flujo de datos o bien flujos de datos distintos mediante multiplexación por división de tiempo, multiplexación por división de frecuencia, o multiplexación por división de modo. De esta manera, los transceptores 2020 o 2020' pueden utilizarse en conjunto con un sistema de transmisión de MIMO para enviar y recibir datos en dúplex

completo mediante uno o más modos de MIMO como diversidad azimutal, diversidad por retardo cíclico, codificación espacial, codificación de bloques espacio-tiempo, codificación de bloques de frecuencia espacial, codificación de bloques espacio-tiempo/frecuencia híbrida, mapeo espacial de multiacoplador de flujo único u otro esquema de transmisión/recepción MIMO.

5 **[0160]** Aunque el dispositivo de transmisión 2000 se muestra con dos transceptores 2020 o 2020' y dos acopladores 2004 y 2004' dispuestos en la parte superior e inferior del medio de transmisión 2002, otras configuraciones pueden incluir distintas orientaciones de los acopladores 2004 y 2004' como en las orientaciones de 0 y $\pi/2$, o a otras desviaciones espaciales o angulares una respecto a la otra. Otras configuraciones pueden incluir tres o más transceptores y acopladores correspondientes. Por ejemplo, un dispositivo de transmisión 2000
10 con cuatro transceptores 2020, 2020',... y cuatro acopladores 2004, 2004',... pueden estar dispuestos de manera azimutal alrededor de la superficie exterior de un medio de transmisión cilíndrico a orientaciones equidistantes de 0 , $\pi/2$, π , y $3\pi/4$. Considerando un ejemplo adicional, un dispositivo de transmisión 2000 con n transceptores 2020, 2020',... puede incluir n acopladores 2004, 2004', dispuestos de manera azimutal alrededor de la superficie exterior de un medio de transmisión cilíndrico en ángulos separados a $2\pi/n$.

15 **[0161]** En un modo de realización, los transceptores 2020 y 2020' están configurados para modular datos para generar ondas electromagnéticas 2006 y 2006' en sus acopladores 2004 y 2004' correspondientes. Los acopladores 2004 y 2004' están configurados cada uno para acoplar al menos una parte de sus ondas electromagnéticas 2006 y 2006' correspondientes al medio de transmisión 2002. En concreto, cada acoplador genera una de la pluralidad de ondas electromagnéticas 2008 o 2008' que se propagan a lo largo de la superficie
20 exterior del medio de transmisión 2002 mediante unos distintos de una pluralidad de modos de onda guiada.

[0162] Consideremos que el modo de onda guiada de las ondas electromagnéticas 2008 está definido por un conjunto de modos $S2$, donde:

$$S2 = (M21, M22, M23, \dots)$$

25 **[0163]** Y los modos individuales $M21$, $M22$, $M23$,... pueden ser cada uno un modo simétrico (o fundamental) o un modo asimétrico (o no fundamental) que se propaga a lo largo de la longitud del medio de transmisión 2002 más de una distancia insignificante, es decir, que se propaga lo suficiente para alcanzar un dispositivo de transmisión remoto acoplado a una ubicación diferente en el medio de transmisión 2002. Consideremos asimismo que el modo de onda guiada de las ondas electromagnéticas 2008' está definido por un conjunto de modos $S2'$, donde:

$$S2' = (M21', M22', M23', \dots)$$

30 **[0164]** Y los modos individuales $M21'$, $M22'$, $M23'$,... pueden ser cada uno un modo simétrico (o fundamental) o un modo asimétrico (o no fundamental) que se propaga a lo largo de la longitud del medio de transmisión 2002 más de una distancia insignificante, es decir, que se propague lo suficiente para alcanzar el dispositivo de transmisión remoto.

35 **[0165]** En varios modos de realización, la condición de que la pluralidad de ondas electromagnéticas 2008 o 2008' que se propagan a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión 2002 mediante unos distintos de una pluralidad de modos de onda guiada implica el caso particular donde $S2 \neq S2'$. En este caso concreto, $S2$ puede ser un subconjunto apropiado de $S2'$, $S2'$ puede ser un conjunto apropiado de $S2$, o la intersección entre $S2$ y $S2'$ puede ser el conjunto nulo. A título de ejemplo adicional, los modos individuales de $S2$ y $S2'$ pueden ser distintos entre sí al ser de distinto orden o al presentar distintas propiedades de orientación, rotación, etc.

40 **[0166]** Consideremos un caso en el que:

$$S2 = M21$$

$$S2' = M21'$$

45 **[0167]** Y además donde $M21$ y $M21'$ son ambos modos (no fundamentales) de dipolo de primer orden generados por los acopladores correspondientes 2004 y 2004' dispuestos en orientaciones azimutales de 0 y $\pi/2$. En este ejemplo, los modos $M21$ y $M21'$, aunque tienen el mismo modo físico, difieren entre sí por la desviación angular. La desviación angular entre el $M21$ y $M21'$ puede explotarse en un esquema de multiplexación por división de modo. En concreto, los símbolos generados y enviados mediante el modo $M21$ pueden compartir el medio de transmisión 2002 con símbolos generados y enviados mediante el modo $M21'$. La desviación angular entre estos modos puede utilizarse para reducir la interferencia entre símbolos (ISI) entre símbolos enviados mediante el
50 modo $M21$ y símbolos contemporáneos enviados mediante el modo $M21'$. Ejemplos adicionales que incluyen varias características y funciones opcionales se describen en conjunto con las **FIGs. 21-23** que figuran a continuación.

55 **[0168]** Volviendo ahora a la **FIG. 21** se muestra un diagrama que ilustra modos de realización de ejemplo no limitativos de distribuciones electromagnéticas de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. Las distribuciones electromagnéticas 2100 y 2102 se corresponden con modos de onda guiada concretos de un esquema de multiplexación por división de modo utilizado para transmitir datos mediante ondas electromagnéticas, como 2008 y 2008' presentadas en conjunto con la **FIG. 20**. En este modo de realización, el

medio de transmisión 2002 está en el aire e incluye un conductor interior y un revestimiento aislante de material dieléctrico, tal como se muestra en sección transversal. Estos diagramas 2100 y 2102 incluyen diferentes escalas de grises que representan intensidades del campo electromagnético diferentes generadas por la propagación de ondas guiadas presentando modos asimétricos (no fundamentales) diferentes. Tal como se muestra, cada onda guiada tiene una estructura de campo que se extiende principal o sustancialmente fuera del medio de transmisión 2002 que sirve para guiar la onda.

[0169] De conformidad con estos ejemplos, la distribución electromagnética 2100 se corresponde con un modo de onda guiada $M21$ y la distribución electromagnética 2102 se corresponde con un modo de onda guiada $M21'$ generado por acopladores correspondientes, como los acopladores 2004 y 2004' de la **FIG. 20**, dispuestos en orientaciones azimutales de 0 y $\pi/2$. En este caso, los modos de onda guiada $M21$ y $M21'$ se corresponden con dipolos de primer orden con distintas orientaciones azimutales. En concreto, los modos de onda guiada $M21$ y $M21'$ presentan cada uno una intensidad de campo electromagnético que varía con la orientación azimutal del eje longitudinal del medio de transmisión 2002.

[0170] En el ejemplo mostrado, el modo de onda guiada $M21$ tiene un patrón de campo electromagnético que incluye lóbulos centrados alrededor de las orientaciones azimutales de 0 y π radianes. El modo de onda guiada $M21'$ tiene un patrón de campo electromagnético que incluye lóbulos centrados alrededor de las orientaciones azimutales de $\pi/2$ y $3\pi/2$ radianes.

[0171] Tal como se ha expuesto anteriormente, la desviación angular entre el $M21$ y $M21'$ puede explotarse en un esquema de multiplexación por división de modo. En concreto, los símbolos generados y enviados mediante el $M21$ pueden compartir el medio de transmisión 2002 con símbolos generados y enviados mediante el $M21'$. La desviación angular entre estos modos puede utilizarse para reducir la interferencia entre símbolos (ISI) entre símbolos enviados mediante el modo $M21$ y símbolos contemporáneos enviados mediante el modo $M21'$. Las orientaciones azimutales de los lóbulos del modo de onda guiada $M21$ (0 y π radianes) se corresponden con los mínimos locales del patrón de campo electromagnético del modo de onda guiada $M21'$. Además, las orientaciones azimutales de los lóbulos del modo de onda guiada $M21'$ ($\pi/2$ y $3\pi/2$ radianes) se corresponden con el mínimo local del patrón de campo electromagnético del modo de onda guiada $M21$. La yuxtaposición de orientaciones de alta intensidad de campo en un símbolo enviado mediante el $M21$ con orientaciones de intensidad de campo relativamente inferior enviadas mediante el $M21'$ permiten que estos símbolos se envíen de manera contemporánea en el medio de transmisión 2002, con una baja interferencia entre símbolos.

[0172] Volviendo ahora a la **FIG. 22**, se muestra un diagrama que ilustra modos de realización de ejemplo no limitativos de patrones de propagación de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. De conformidad con estos ejemplos, el patrón de propagación 2200 se corresponde con un modo de onda guiada $M21$ que se propaga de manera helicoidal con una rotación hacia la izquierda (en sentido contrario a las agujas del reloj). El patrón de propagación 2202 se corresponde con un modo de onda guiada $M21'$ que se propaga de manera helicoidal con una rotación hacia la derecha (en el sentido de las agujas del reloj). En este caso, los modos de onda guiada $M21$ y $M21'$ pueden corresponderse con cualquier patrón de campo electromagnético asimétrico que varíe con la orientación azimutal. Como cada onda guiada, por ejemplo las ondas electromagnéticas 2008 y 2008' se propagan de manera longitudinal a lo largo del medio de transmisión 2002, el patrón de campo electromagnético rota de manera uniforme como una función de desplazamiento longitudinal en el patrón helicoidal que se muestra. Por tanto, la intensidad del campo electromagnético de $M21$ varía de manera helicoidal a lo largo del eje longitudinal del medio de transmisión 2002 mediante una primera dirección de rotación y la intensidad del campo electromagnético de $M21'$ varía de manera helicoidal a lo largo del eje longitudinal del medio de transmisión 2002 mediante una segunda dirección de rotación.

[0173] Tal como se ha expuesto anteriormente, las diferencias en la propagación helicoidal entre el $M21$ y $M21'$ pueden explotarse en un esquema de multiplexación por división de modo. En concreto, los símbolos generados y enviados mediante el $M21$ pueden compartir el medio de transmisión 2002 con símbolos generados y enviados mediante el $M21'$. Los acopladores en un dispositivo de recepción remoto pueden diseñarse y orientarse para recibir o bien $M21$ mientras atenúa $M21'$, o bien $M21'$ mientras atenúa $M21$; reduciendo la interferencia entre símbolos (ISI) entre símbolos enviados mediante el modo $M21$ y símbolos contemporáneos enviados mediante el modo $M21'$.

[0174] Volviendo ahora a la **FIG. 23** se muestra un diagrama que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de distribuciones electromagnéticas de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. De conformidad con estos ejemplos, las distribuciones electromagnéticas 2304 y 2306 se corresponden con un modo de onda guiada $M21$ que se propaga de manera helicoidal con una rotación hacia la izquierda (en sentido contrario a las agujas del reloj). Las distribuciones electromagnéticas 2300 y 2302 se corresponden con un modo de onda guiada $M21'$ que se propaga de manera helicoidal con una rotación hacia la derecha (en el sentido de las agujas del reloj). En el ejemplo mostrado, los modos de onda guiada $M21$ y $M21'$ tienen inicialmente un patrón de campo electromagnético que incluye lóbulos centrados alrededor de las orientaciones azimutales de 0 y π radianes, no obstante otros patrones de campo electromagnético no fundamentales también son posibles. Mientras que los patrones de campos electromagnéticos iniciales están

orientados inicialmente igual, cualquier desfase angular en el intervalo $(0 - 2\pi)$ también es posible en otros modos de realización.

[0175] Como cada onda guiada, por ejemplo las ondas electromagnéticas 2008 y 2008' analizadas en conjunto con la **FIG. 20**, se propagan de manera longitudinal a lo largo del medio de transmisión, el patrón de campo electromagnético rota de manera uniforme como una función de desplazamiento longitudinal en un patrón helicoidal. Después de algún tiempo Δt , el patrón de campo electromagnético de *M21* rota en el sentido de las agujas del reloj en un desplazamiento angular $\Delta\Phi_1$, y el patrón de campo electromagnético de *M21* rota en sentido contrario a las agujas del reloj en un desplazamiento angular $\Delta\Phi_2$. En algunos modos de realización las rotaciones helicoidales en cada dirección son uniformes y por consiguiente,

$$\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2$$

[0176] Sin embargo, en otros casos,

$$\Delta\Phi_1 \neq \Delta\Phi_2$$

[0177] Por ejemplo, cuando el medio de transmisión está trenzado de manera helicoidal en una dirección, los modos helicoidales que pueden tener distintas velocidades de rotación dependiendo de si se producen en la misma dirección de las hebras helicoidales o en dirección contraria a las hebras helicoidales. Para un periodo de tiempo constante Δt , esta diferencia en la velocidad de rotación podría generar desplazamientos angulares $\Delta\Phi_1$ y $\Delta\Phi_2$ desiguales.

[0178] Volviendo ahora a la **FIG. 24** se muestra un diagrama de bloques que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de un sistema de comunicaciones de onda guiada de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. Como el sistema 1550 descrito en conjunto con

[0179] La **FIG. 15**, un dispositivo de transmisión 1500 recibe una o más señales de comunicaciones 1510 desde una red de comunicaciones u otro dispositivo de comunicaciones que incluye datos y genera ondas guiadas 1520 para enviar los datos mediante el medio de transmisión 1525 al dispositivo de transmisión 1502. El dispositivo de transmisión 1502 recibe las ondas guiadas 1520 y las convierte en señales de comunicación 1512 que incluyen los datos para la transmisión a una red de comunicaciones u otro dispositivo de comunicación. La red o redes de comunicaciones pueden incluir una red de comunicaciones inalámbrica, como una red celular de voz y datos, una red de área local inalámbrica, una red de comunicaciones por satélite, una red de área personal, u otras redes inalámbricas. La red o redes de comunicaciones pueden incluir una red de comunicación por cable como una red telefónica, una red Ethernet, una red de área local, una red de área extendida como Internet, una red de acceso a la banda ancha, una red por cable, una red de fibra óptica, u otra red por cable. Los dispositivos de comunicación pueden incluir un dispositivo periférico de red, un dispositivo de puente o una puerta de enlace doméstica, un descodificador, un módem de banda ancha, un adaptador telefónico, un punto de acceso, una estación base, u otro dispositivo de comunicación fijo, un dispositivo de comunicación móvil como una puerta de enlace automotriz, un ordenador portátil, una tableta, un teléfono inteligente, un teléfono móvil, u otro dispositivo de comunicación.

[0180] Además, el sistema de comunicaciones de onda guiada 1550 puede funcionar de manera bidireccional donde el dispositivo de transmisión 1500 recibe una o más señales de comunicaciones 1512 desde una red de comunicaciones o dispositivo que incluye otros datos y genera ondas guiadas 1522 para enviar los datos mediante el medio de transmisión 1525 al dispositivo de transmisión 1500. En este modo de funcionamiento, el dispositivo de transmisión 1502 recibe las ondas guiadas 1522 y las convierte en señales de comunicación 1510 que incluyen los otros datos para la transmisión a una red de comunicaciones u otro dispositivo de comunicación.

[0181] El dispositivo de transmisión 1500 o 1502 incluye una interfaz de comunicaciones (Com I/F) 1600 que recibe una señal de comunicaciones 1510 o 1512 que incluye datos. Los transceptores (Xcvrs) 1610 generan cada uno ondas electromagnéticas en función de la señal de comunicación 1510 o 1512 para transmitir los datos. Los acopladores 1620 acoplan estas ondas electromagnéticas al medio de transmisión 1525 como ondas guiadas 1520 para transmitir las en la superficie exterior del medio de transmisión 1525. El dispositivo de transmisión 1500 o 1502 incluye un controlador de entrenamiento 1900 que incluya de manera opcional la funcionalidad descrita previamente en conjunto con la **FIG. 19** e incluye además características y funciones adicionales tal como se describe en el presente documento. El controlador de entrenamiento 1900 puede estar implementado por un circuito de procesamiento o procesador independiente o un procesador o circuito de procesamiento que esté compartido con uno o más de los otros componentes del dispositivo de transmisión 1500 o 1502.

[0182] En un ejemplo de funcionamiento, los transceptores 1610 del dispositivo de transmisión 1500 están configurados para modular datos de las señales de comunicación 1510 para generar una pluralidad de primeras ondas electromagnéticas de conformidad con los parámetros de ecualización de canal y/u otros parámetros de control de canal. Los acopladores 1620 del dispositivo de transmisión 1500 están configurados para acoplar al menos una parte de la pluralidad de estas primeras ondas electromagnéticas a un medio de transmisión, donde la pluralidad de acopladores generan una pluralidad de segundas ondas electromagnéticas como ondas guiadas 1520 que se propagan a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión. El controlador de

entrenamiento 1900 del dispositivo de transmisión 1500 está configurado para generar los parámetros de ecualización de canal y/u otros parámetros de control de canal en función de la información de estado de canal 2404 recibida desde al menos un dispositivo de transmisión remoto, como mediante las ondas guiadas 1522. No obstante, si existe una ruta de comunicación alternativa entre el dispositivo de transmisión 1500 y 1502 esta ruta de comunicación alternativa podría emplearse de manera opcional para transmitir información de estado de canal 2404 al dispositivo de transmisión 1500. De esta manera, el controlador de entrenamiento 1900 del dispositivo de transmisión 1500 puede modificar el funcionamiento de los transceptores 1610 para ecualizar el canal de comunicación entre el dispositivo de transmisión 1500 y 1502 formado por el medio de transmisión 1525 para compensar las variaciones de frecuencia y de fase, la dispersión del canal, la dispersión, el desvanecimiento y demás distorsiones.

[0183] En un modo de realización, las ondas guiadas 1520 incluyen señales de entrenamiento 2402. Estas señales de entrenamiento 2402 pueden incluir uno o más campos de entrenamiento o secuencias u otras señales piloto con propiedades que son conocidas para ambos dispositivos de transmisión 1500 y 1502. Estas señales de entrenamiento 2402 pueden estar incluidas en el preámbulo de comunicaciones paquetizadas enviadas mediante ondas guiadas 1520 o transmitidas de otro modo en comunicaciones de entrenamiento sui géneris. Después de que las señales de entrenamiento 2402 se reciban por los transceptores de 1610 del dispositivo de transmisión 1502, el controlador de entrenamiento 1900 del dispositivo de transmisión 1502 puede generar la información de estado de canal para retroalimentar la información de estado de canal que incluye o bien observaciones originales en relación con la amplitud y la fase de las señales de entrenamiento 2402 según las recibe el dispositivo de transmisión o una matriz de canal estimada u otra indicación de la estimación de canal en función de un análisis de las señales de entrenamiento recibidas 2402 llevadas a cabo por el controlador de entrenamiento 1900 del dispositivo de transmisión 1502. En otros ejemplos, el controlador de entrenamiento 1900 del dispositivo de transmisión 1502 puede ir más allá para generar información de estado de canal 2404 que indica parámetros de control de canal recomendados o reales, como un tipo de modulación, velocidad binaria, modo de MIMO, banda de frecuencia, canales de frecuencia, profundidad de codificación de errores, parámetros o canales de OFDM y/o parámetros de ecualización de canal específicos como diferencias de fase y/o amplitudes que podrá utilizar el dispositivo de transmisión 1500 al generar las ondas guiadas 1520.

[0184] Aunque lo anterior se ha centrado en la ecualización de canal del dispositivo de transmisión 1500 en función de la información de estado de canal 2404 recibida desde el dispositivo de transmisión 1502, también debería señalarse que los dispositivos de transmisión 1500 y 1502 pueden funcionar de manera recíproca para proporcionar la ecualización de canal en el dispositivo de transmisión 1502 para las ondas guiadas 1522. De esta manera, pueden incluirse señales de entrenamiento similares en las ondas guiadas 1522 y la información de estado de canal generada por el controlador de entrenamiento 1900 del dispositivo de transmisión 1500 puede utilizarla el controlador de entrenamiento 1900 del dispositivo de transmisión 1502 para proporcionar control y/o ecualización de sus transceptores 1610. En otros modos de realización, el dispositivo de transmisión 1500 o el dispositivo de transmisión 1502 pueden llevar a cabo una estimación del canal inversa.

[0185] Haciendo referencia ahora a la **FIG. 25** se muestra un diagrama que ilustra un modo de realización de ejemplo no limitativo de parámetros de canal de conformidad con varios aspectos descritos en el presente documento. En concreto, se muestra un ejemplo donde el dispositivo de transmisión 1500 incluye m acopladores 1620 y el dispositivo de transmisión 1502 incluye n acopladores 1620. En un modo de realización,

$$m = n$$

no obstante, son posibles otras configuraciones donde el dispositivo de transmisión 1500 y el 1502 incluyen un número distinto de acopladores 1620.

[0186] Considerando la ecualización y el control del canal del dispositivo de transmisión 1500 al dispositivo de transmisión 1502, los m acopladores del dispositivo de transmisión 1500 funcionan como acopladores de transmisión y los n acopladores del dispositivo de transmisión 1502 funcionan como acopladores de recepción. Las características del canal pueden representarse con la ecuación:

$$y = Hx + r$$

donde y es un vector de n señales de salida recibidas mediante los n acopladores del dispositivo de transmisión 1502, x es un vector de m señales de entrada transmitidas mediante los m acopladores del dispositivo de transmisión 1500, r es un vector de ruido, y H es una matriz de $m \times n$ de parámetros de canal complejos h_{ij} , donde

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & \cdots & h_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{m1} & \cdots & h_{nm} \end{pmatrix}$$

[0187] El estado de canal actual puede estimarse en función de un análisis de las señales de entrenamiento. Considerando que las señales de entrenamiento son una secuencia de a señales de entrada conocidas $p_1 \dots p_a$. Considerando la i -ésima señal de entrenamiento, p_i

$$y_i = H p_i + r$$

[0188] Considerando la salida para todas las señales de entrenamiento recibidas y_i para $i = 1 \dots a$, los resultados de entrenamiento totales pueden estar representados por

$$Y = HP + R$$

5 [0189] Donde $Y = [y_1 \dots y_a]$, $P = [p_1 \dots p_a]$ y $R = [r_1 \dots r_a]$. Como $Y P$ se conocen, la matriz de canal H puede estimarse, incluso en presencia de ruido R , en función de una estimación de mínimos cuadrados, una estimación Bayesiana u otra técnica de estimación. Una vez que la matriz del canal H se haya estimado, el dispositivo de transmisión 1500 puede aplicarse codificando previamente o filtrando los transceptores 1610 para modificar la fase y/o la amplitud de las señales de entrada x para compensar las condiciones de canal reales. Además, un análisis de la matriz de canal estimada H puede utilizarse para modificar el tipo de modulación, la velocidad binaria, el modo de MIMO, la profundidad del código de corrección de errores, los canales de frecuencia, los parámetros de OFDM u otros parámetros de control o codificación de los transceptores 1610 a fin de compensar las condiciones de canal actuales.

15 [0190] Volviendo ahora a la FIG. 26, se muestra un diagrama de flujo ilustrando un modo de realización no limitativo de ejemplo de un método 2600. El método puede utilizarse en conjunto con una o más funciones y características descritas en conjunto con las FIGs. 1-30. El paso 2602 incluye modular datos, por al menos un transceptor, para generar una pluralidad de primeras ondas electromagnéticas. El paso 2604 incluye acoplar o dirigir, mediante una pluralidad de acopladores, al menos una parte de cada una de la pluralidad de ondas electromagnéticas en una superficie exterior de un medio de transmisión para generar o inducir una pluralidad de segundas ondas electromagnéticas que se propagan a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión, donde la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas se propagan mediante unos diferentes de una pluralidad de modos de onda guiada.

25 [0191] En diversos modos de realización, la pluralidad de modos de onda guiada incluye un primer modo no fundamental y un segundo modo no fundamental. Por ejemplo, el primer modo no fundamental puede tener una primera intensidad de campo electromagnético que varía con la orientación azimutal hacia un eje longitudinal del medio de transmisión y el segundo modo no fundamental puede tener una segunda intensidad de campo electromagnético que varía con la orientación azimutal hacia el eje longitudinal del medio de transmisión. El primer modo no fundamental puede tener un primer patrón de campo electromagnético que incluye un primer lóbulo a una primera orientación azimutal hacia un eje longitudinal del medio de transmisión y el segundo modo no fundamental puede tener un segundo patrón de campo electromagnético que incluye un segundo lóbulo a una segunda orientación azimutal hacia el eje longitudinal del medio de transmisión, y donde la primera orientación azimutal difiere de la segunda orientación azimutal. La primera orientación azimutal puede corresponderse a un mínimo local del segundo patrón de campo electromagnético y la segunda orientación azimutal puede corresponderse con un mínimo local del primer patrón de campo electromagnético.

35 [0192] En diversos modos de realización, el primer modo no fundamental tiene una primera intensidad de campo electromagnético que varía de manera helicoidal a lo largo de un eje longitudinal del medio de transmisión y el segundo modo no fundamental tiene una segunda intensidad de campo electromagnético que varía de manera helicoidal a lo largo del eje longitudinal del medio de transmisión. La primera intensidad del campo electromagnético puede variar de manera helicoidal a lo largo del eje longitudinal del medio de transmisión mediante una primera dirección de rotación y la segunda intensidad del campo electromagnético puede variar de manera helicoidal a lo largo del eje longitudinal del medio de transmisión mediante una segunda dirección de rotación.

45 [0193] Volviendo ahora a la FIG. 27, se muestra un diagrama de flujo ilustrando un modo de realización no limitativo de ejemplo de un método 2700. El método puede utilizarse en conjunto con una o más funciones y características descritas en conjunto con las FIGs. 1-26. El paso 2702 incluye generar parámetros de ecualización de canal u otros parámetros de control de canal en función de la información de estado de canal recibida desde al menos un dispositivo de transmisión remoto. El paso 2704 incluye modular datos, por al menos un transceptor, para generar una pluralidad de primeras ondas electromagnéticas de conformidad con los parámetros de control o la ecualización de canal. El paso 2706 incluye acoplar, mediante una pluralidad de acopladores, al menos una parte de cada una de la pluralidad de ondas electromagnéticas en una superficie exterior de un medio de transmisión para generar una pluralidad de segundas ondas electromagnéticas que se propagan a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión.

50 [0194] En diversos modos de realización, las segundas ondas electromagnéticas incluyen al menos un campo de entrenamiento y donde el al menos otro dispositivo de transmisión genera la información de estado de canal en función de un análisis del al menos un campo de entrenamiento. La información de estado de canal puede incluir una estimación de canal, una selección de al menos uno de: un tipo de modulación y una velocidad binaria. La ecualización de canal u otros parámetros de control pueden incluir una pluralidad de desfases y donde el al menos un transceptor genera la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas en función de la pluralidad de desfases. El al menos un transceptor puede funcionar en uno seleccionado de una pluralidad de modos de múltiples entradas múltiples salidas (MIMO), en función de la información de estado de canal. El al menos un

transceptor modula los datos para generar la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas de conformidad con la multiplexación por división de frecuencia ortogonal que se adapta en función de la información de estado de canal.

5 **[0195]** Las ondas electromagnéticas tal como se describen en la descripción en cuestión pueden estar afectadas por la presencia de un objeto físico (por ejemplo, un cable descubierto u otro conductor, un dieléctrico, un cable aislado, un conducto u otro elemento hueco, un haz de cables aislados que esté revestido, cubierto o rodeado de un dieléctrico o aislante u otro haz de cables, u otra forma de medio de transmisión sólido líquido o no gaseoso de otro modo) de manera que esté al menos parcialmente unido a o guiado por el objeto físico y a fin de propagarse a lo largo de una ruta de transmisión del objeto físico. Este objeto físico puede funcionar como un medio de transmisión que guía, a modo de una interfaz del medio de transmisión (por ejemplo, una superficie exterior, una superficie interior, una parte interior entre las superficies exterior e interior u otro límite entre elementos del medio de transmisión), la propagación de ondas electromagnéticas ("ondas electromagnéticas guiadas"), que a su vez pueden transportar energía y/o datos a lo largo de la ruta de transmisión desde un dispositivo de envío hasta un dispositivo de recepción.

15 **[0196]** A diferencia de la propagación en espacio libre de señales inalámbricas como ondas electromagnéticas no guiadas (o ilimitadas) que disminuyen en intensidad inversamente por el cuadrado de la distancia recorrida por las ondas electromagnéticas no guiadas, las ondas electromagnéticas guiadas pueden propagarse a lo largo del medio de transmisión con menos pérdida en magnitud por unidad de distancia de la experimentada por ondas electromagnéticas no guiadas.

20 **[0197]** A diferencia de las señales eléctricas, las ondas electromagnéticas guiadas pueden propagarse desde un dispositivo de envío a un dispositivo de recepción sin necesitar una ruta de retorno eléctrica separada entre el dispositivo de envío y el dispositivo de recepción. En consecuencia, las ondas electromagnéticas guiadas pueden propagarse desde un dispositivo de envío a un dispositivo de recepción a lo largo del medio de transmisión sin presentar ningún componente conductor (por ejemplo, una tira dieléctrica), o mediante un medio de transmisión presentando no más de un único conductor (por ejemplo, un único cable descubierto o cable aislado). Incluso si un medio de transmisión incluye uno o más componentes conductores y las ondas electromagnéticas guiadas que se propagan a lo largo del medio de transmisión generan corrientes que fluyen en el uno o más componentes conductores en una dirección de las ondas electromagnéticas guiadas, dichas ondas electromagnéticas guiadas pueden propagarse a lo largo del medio de transmisión desde un dispositivo de envío a un dispositivo de recepción sin necesitar un flujo de corrientes opuestas en una ruta de retorno eléctrica entre el dispositivo de envío y el dispositivo de recepción.

30 **[0198]** En una ilustración no limitativa, consideremos sistemas eléctricos que transmiten y reciben señales eléctricas entre dispositivos de envío y de recepción por medio de medios conductores. Tales sistemas generalmente dependen de rutas de avance y de retorno separadas eléctricamente. Por ejemplo, consideremos un cable coaxial presentando un conductor central y una protección de puesta a tierra que están separados por un aislante. Normalmente, en un sistema eléctrico un primer terminal de un dispositivo de envío (o de recepción) puede conectarse al conductor central, y un segundo terminal del dispositivo de envío (o de recepción) puede conectarse a la protección de puesta a tierra. Si el dispositivo de envío introduce una señal eléctrica en el conductor central mediante el primer terminal, la señal eléctrica se propagará a lo largo del conductor central causando corrientes directas en el conductor central, y corrientes inversas en la protección de puesta a tierra. Las mismas condiciones se aplican para un dispositivo receptor de dos terminales.

40 **[0199]** Por el contrario, consideremos un sistema de guía de onda como el descrito en la exposición en cuestión, que puede utilizar distintos modos de realización de un medio de transmisión (incluyendo entre otros un cable coaxial) para transmitir ondas electromagnéticas guiadas sin una ruta de retorno eléctrica. En un modo de realización, por ejemplo, el sistema de guía de onda de la exposición en cuestión puede configurarse para inducir ondas electromagnéticas guiadas que se propagan a lo largo de una superficie exterior de un cable coaxial. Aunque las ondas electromagnéticas guiadas causarán corrientes directas en la protección de puesta a tierra, las ondas electromagnéticas guiadas no necesitan corrientes inversas para permitir que las ondas electromagnéticas guiadas se propaguen a lo largo de la superficie exterior del cable coaxial. Puede decirse lo mismo de otros medios de transmisión utilizados por un sistema de guía de onda para la transmisión de ondas electromagnéticas guiadas. Por ejemplo, las ondas electromagnéticas guiadas inducidas por el sistema de guía de onda en una superficie exterior de un cable descubierto, o un cable aislado pueden propagarse a lo largo del cable descubierto o el cable aislado sin una ruta de retorno eléctrica.

50 **[0200]** En consecuencia, los sistemas eléctricos que necesitan dos o más conductores para transportar corrientes directas e inversas en conductores separados para permitir la propagación de señales eléctricas introducidas por un dispositivo de envío son distintas de los sistemas de guía de onda que introducen ondas electromagnéticas guiadas en una interfaz de un medio de transmisión sin la necesidad de una ruta de retorno eléctrica para permitir la propagación de ondas electromagnéticas guiadas a lo largo de la interfaz del medio de transmisión.

60 **[0201]** Cabe señalar además que las ondas electromagnéticas guiadas tal como se describen en la exposición en cuestión pueden tener una estructura de campo electromagnético que se extiende principal o sustancialmente

fuera de un medio de transmisión de manera que esté unido a o guiado por el medio de transmisión y de manera que se propague distancias no triviales dentro o a lo largo de una superficie exterior del medio de transmisión. En otros modos de realización, las ondas electromagnéticas guiadas pueden tener una estructura de campo electromagnético que se extiende principal o sustancialmente dentro de un medio de transmisión de manera que

5 esté unido a o guiado por el medio de transmisión y de manera que se propague distancias no triviales dentro del medio de transmisión. En otros modos de realización, las ondas electromagnéticas guiadas pueden tener una estructura de campo electromagnético que se extiende parcialmente dentro y parcialmente fuera de un medio de transmisión de manera que esté unido a o guiado por el medio de transmisión y de manera que propague distancias no triviales a lo largo del medio de transmisión.

10 **[0202]** Tal como se utiliza en el presente documento, el término "onda milimétrica" puede referirse a ondas electromagnéticas que estén dentro de la "banda de frecuencia de onda milimétrica" de 30 GHz a 300 GHz. El término "microonda" puede referirse a ondas electromagnéticas que estén dentro de la "banda de frecuencia de microondas" de 300 MHz a 300 GHz.

15 **[0203]** Tal como se utiliza en el presente documento, el término "antena" puede referirse a un dispositivo que forma parte de un sistema de transmisión o recepción para emitir o recibir señales inalámbricas.

[0204] Tal como se utiliza en el presente documento, términos como "almacenamiento de datos", "base de datos", y sustancialmente cualquier otro componente de almacenamiento de información relevante para el funcionamiento y actividad de un componente, se refieren a "componentes de memoria", o entidades representadas en una "memoria", o componentes que comprenden la memoria. Se apreciará que los

20 componentes de memoria o los soportes de almacenamiento legibles por ordenador, descritos en el presente documento, pueden ser de memoria volátil o de memoria no volátil o pueden incluir memoria volátil y no volátil.

[0205] Además, un diagrama de flujo puede incluir una indicación de "iniciar" y/o "continuar". Las indicaciones de "iniciar" y "continuar" reflejan que los pasos presentados pueden incorporarse opcionalmente en o utilizarse de otro modo en conjunto con otras rutinas. En este contexto, "iniciar" indica el comienzo del primer paso presentado y puede estar precedido de otras actividades no que no se muestran específicamente. Asimismo, la indicación de "continuar" refleja que los pasos presentados pueden realizarse varias veces y/o pueden estar sucedidos por otras actividades que no se muestran específicamente. Asimismo, mientras que un diagrama de flujo indica un orden particular de los pasos, otras ordenaciones también son posibles siempre que se mantengan los principios de causalidad.

25

30 **[0206]** Como también puede utilizarse en el presente documento, el término(s) "acoplado/a de manera operativa", "acoplado/a a", "acoplar" y/o "acoplamiento" incluye(n) acoplamiento directo entre elementos y/o acoplamiento indirecto entre elementos mediante uno o más elementos intermedios. Tales elementos y elementos intermedios incluyen, pero sin carácter limitativo, intersecciones, rutas de comunicación, componentes, elementos de circuito, circuitos, bloques funcionales, y/o dispositivos. Como ejemplo de

35 acoplamiento indirecto, una señal transportada desde un primer elemento hasta un segundo elemento puede modificarse mediante uno o más elementos intermedios al modificar la forma, naturaleza o formato de la información en una señal, mientras que uno o más elementos de la información en la señal se transportan aun así de tal manera que pueda ser reconocida por el segundo elemento. En un ejemplo adicional de acoplamiento indirecto, una acción en un primer elemento puede provocar una reacción en el segundo elemento, como resultado de acciones y/o reacciones en uno o más elementos intermedios.

40

[0207] Lo que se ha descrito anteriormente incluye meros ejemplos de varios modos de realización. Por supuesto, no es posible describir todas las combinaciones concebibles de componentes o metodologías a efectos de describir estos ejemplos, pero un experto en la materia puede reconocer que muchas combinaciones y permutaciones adicionales de los presentes modos de realización son posibles. En consecuencia, los modos de realización expuestos y/o reivindicados en la presente memoria pretenden acoger todas estas alteraciones, modificaciones y variaciones que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, en la medida en que el término "incluye" se utiliza en la descripción detallada o en las reivindicaciones, dicho término pretende ser inclusivo de una manera similar al término "comprendiendo" tal como se interpreta "comprendiendo" cuando se emplea como una palabra de transición en una reivindicación.

45

50

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de transmisión (1500) comprendiendo:

al menos un transceptor (1610) que está configurado para modular datos para generar una pluralidad de primeras ondas electromagnéticas de conformidad con parámetros de ecualización de dispersión de canal de ondas de superficie;

una pluralidad de acopladores (1620) configurados para acoplar al menos una parte de la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas a una superficie exterior de un medio de transmisión (1525), donde la pluralidad de acopladores (1620) genera una pluralidad de segundas ondas electromagnéticas que se propagan de manera longitudinal a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión (1525) hasta al menos un otro dispositivo de transmisión (1502) que está alejado del dispositivo de transmisión (1500), donde la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas comprende una primera onda que presenta un primer patrón de campo electromagnético que comprende un primer lóbulo a una primera orientación azimutal hacia un eje longitudinal del medio de transmisión y una segunda onda presentando un segundo patrón de campo electromagnético que comprende un segundo lóbulo a una segunda orientación azimutal hacia el eje longitudinal del medio de transmisión, y donde la primera orientación azimutal difiere de la segunda orientación azimutal, y donde el al menos un otro dispositivo de transmisión (1502) está configurado para recibir la pluralidad de las segundas ondas electromagnéticas de la superficie exterior del medio de transmisión (1525); y

un controlador de entrenamiento que está configurado para generar los parámetros de ecualización de dispersión de canal de ondas de superficie en función de la información de estado de canal recibida desde el al menos un otro dispositivo de transmisión (1502) para mitigar una dispersión de canal de la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas que se propagan de manera longitudinal a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión (1525).

2. Dispositivo de transmisión según la reivindicación 1, donde la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas comprenden al menos un campo de entrenamiento y donde el al menos un otro dispositivo de transmisión (1502) está configurado para actualizar la información de estado de canal en función de un análisis del al menos un campo de entrenamiento.

3. Dispositivo de transmisión según las reivindicaciones 1 o 2 donde la información de estado de canal comprende una estimación de canal.

4. Dispositivo de transmisión según las reivindicaciones 1 o 2 donde la información de estado de canal comprende una selección de al menos uno de: un tipo de modulación y una velocidad binaria.

5. Dispositivo de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde los parámetros de ecualización de dispersión de canal de onda de superficie comprenden una pluralidad de desfases y donde el al menos un transceptor (1610) está configurado para generar la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas en función de la pluralidad de desfases para reducir de manera adicional la interferencia entre símbolos.

6. Dispositivo de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el al menos un transceptor (1610) está configurado para funcionar en uno seleccionado de una pluralidad de modos de múltiples entradas múltiples salidas MIMO.

7. Dispositivo de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el al menos un transceptor (1610) está configurado para modular los datos para generar la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas de conformidad con una multiplexación por división de frecuencia ortogonal.

8. Dispositivo de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el medio de transmisión (1525) comprende un cable de transmisión de un servicio de suministro de electricidad.

9. Método, comprendiendo:

generar parámetros de ecualización de dispersión de canal de ondas de superficie en función de la información de estado de canal;

modular datos, mediante al menos un transceptor (1610), para generar una pluralidad de primeras ondas electromagnéticas de conformidad con los parámetros de ecualización de dispersión de canal de ondas de superficie; y

acoplar, mediante una pluralidad de acopladores (1620), al menos una parte de cada una de la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas en una superficie exterior de un medio de transmisión (1525) para generar una pluralidad de segundas ondas electromagnéticas que se propagan de manera longitudinal a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión (1525) hasta al menos un dispositivo de transmisión (1502) remoto, donde el al menos un dispositivo de transmisión (1502) remoto está configurado para recibir la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas desde la superficie exterior

- del medio de transmisión (1525), donde la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas comprende una primera onda presentando un primer patrón de campo electromagnético que comprende un primer lóbulo a una primera orientación azimutal hacia un eje longitudinal del medio de transmisión (1525) y una segunda onda presentando un segundo patrón de campo electromagnético que comprende un segundo lóbulo a una segunda orientación azimutal hacia el eje longitudinal del medio de transmisión, y donde la primera orientación azimutal difiere de la segunda orientación azimutal, y donde los parámetros de ecualización de dispersión de canal de ondas de superficie contribuyen a mitigar una dispersión de canal de la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas que se propagan de manera longitudinal a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión (1525);
- 5
- 10 donde la información de estado de canal se recibe desde el al menos un dispositivo de transmisión (1502) remoto mediante terceras ondas electromagnéticas que se propagan de manera longitudinal a lo largo de la superficie exterior del medio de transmisión (1525) desde el al menos un dispositivo de transmisión (1502) remoto.
- 15 **10.** Método según la reivindicación 9, donde la pluralidad de segundas ondas electromagnéticas comprenden al menos una secuencia de señales de entrenamiento y donde el al menos otro dispositivo de transmisión (1502) remoto actualiza la información de estado de canal en función de un análisis de la al menos una secuencia de señales de entrenamiento.
- 11.** Método según las reivindicaciones 9 o 10 donde la información de estado de canal comprende una estimación de canal.
- 20 **12.** Método según las reivindicaciones 9 o 10 donde la información de estado de canal comprende una selección de al menos uno de: un tipo de modulación y una velocidad binaria.
- 13.** Método según las reivindicaciones 9 a 12 donde los parámetros de ecualización de dispersión de canal de ondas de superficie comprenden una pluralidad de desfases y donde el al menos un transceptor (1610) genera la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas en función de la pluralidad de desfases.
- 25 **14.** Método según las reivindicaciones 9 a 13 donde el al menos un transceptor (1610) funciona en una seleccionada de una pluralidad de modos de múltiples entradas múltiples salidas MIMO.
- 15.** Método según las reivindicaciones 9 a 14 donde el al menos un transceptor (1610) modula los datos para generar la pluralidad de primeras ondas electromagnéticas de conformidad con una multiplexación por división de frecuencia ortogonal.

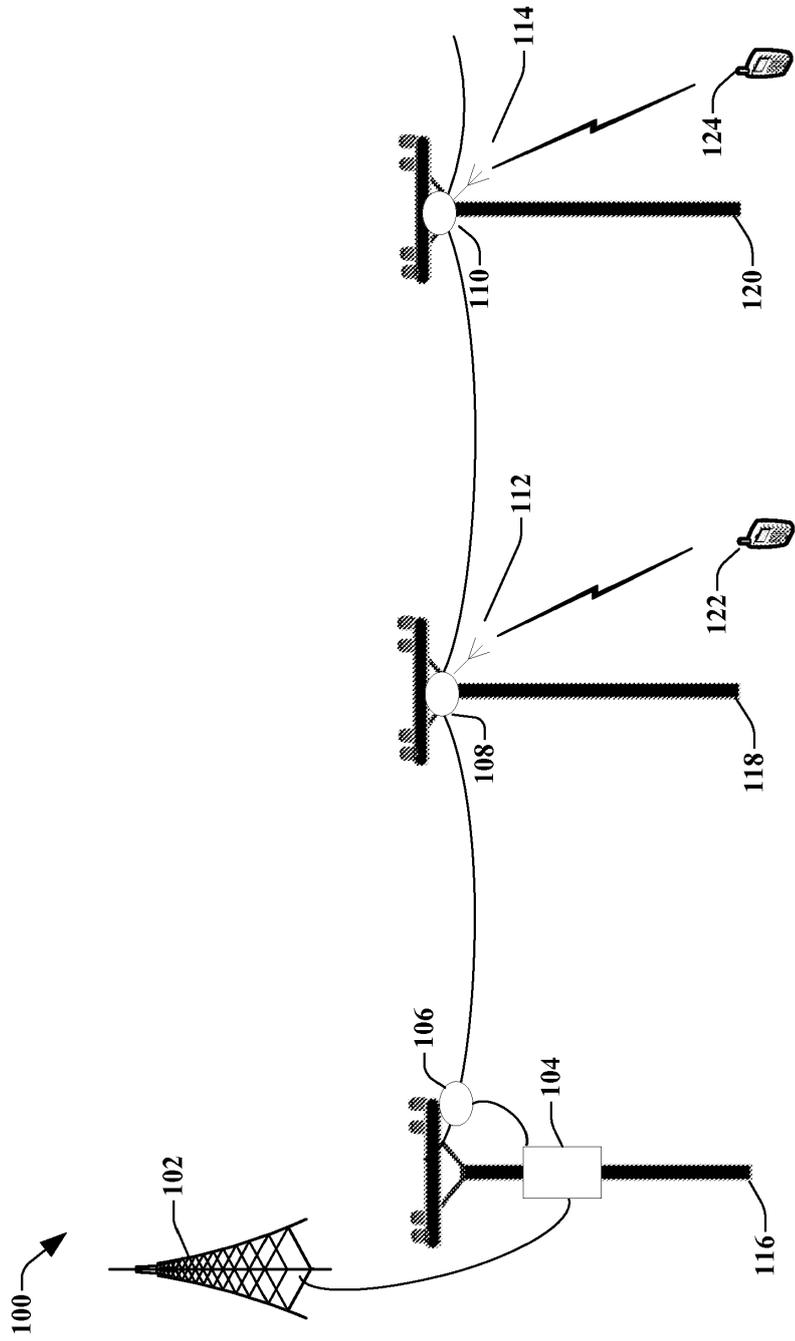


FIG. 1

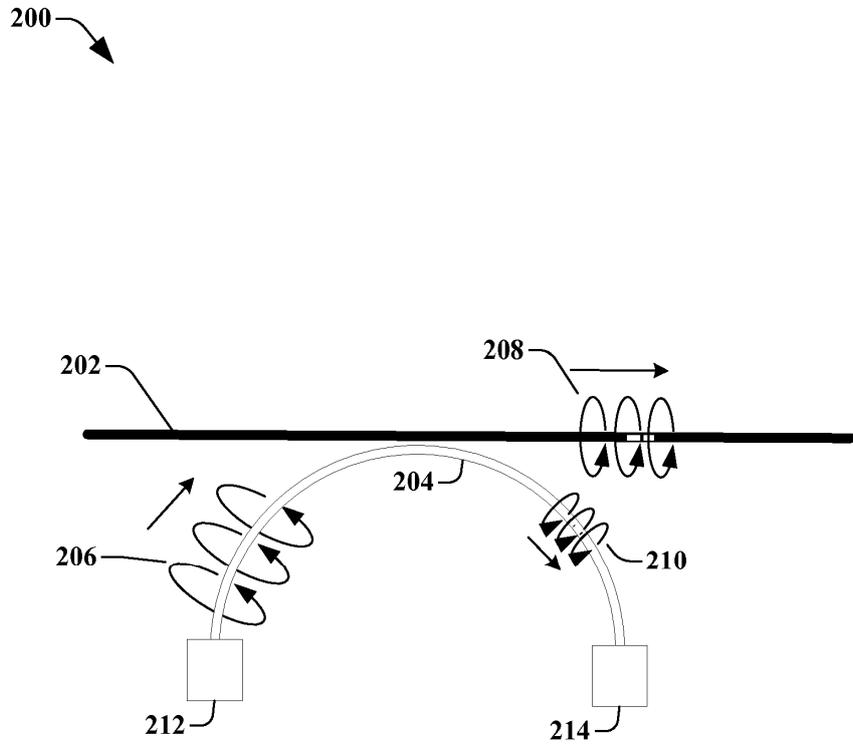


FIG. 2

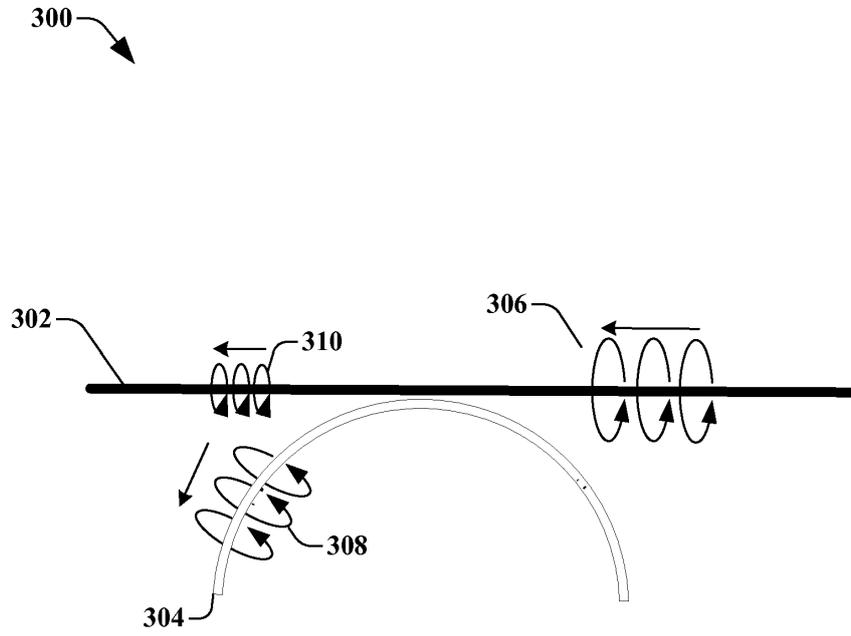


FIG. 3

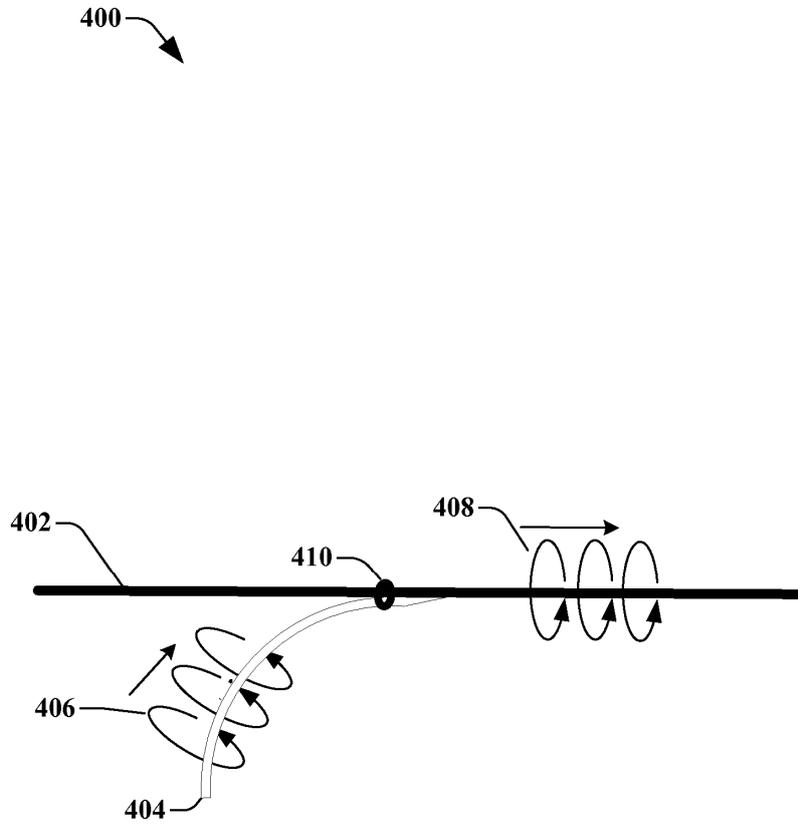


FIG. 4

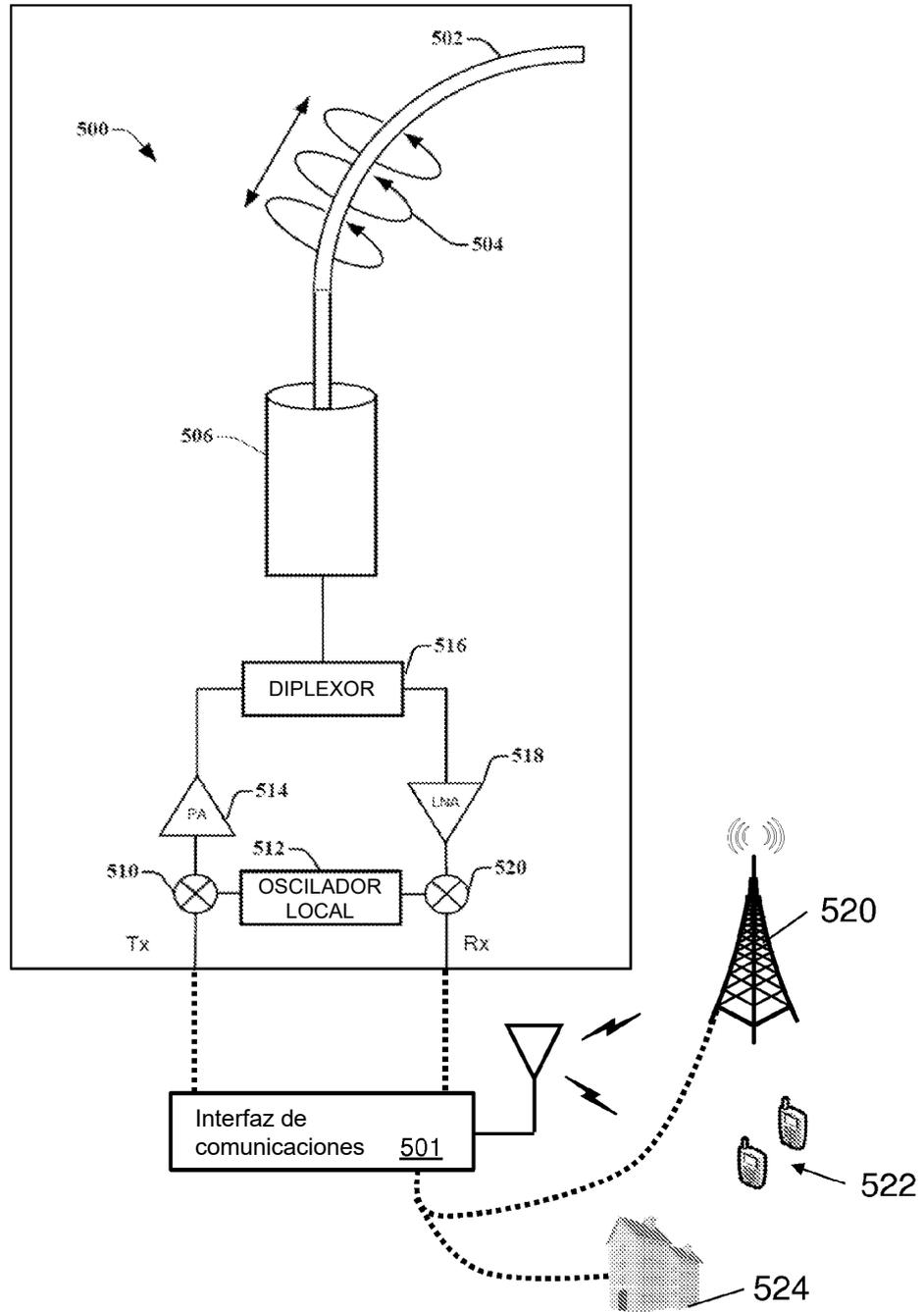


FIG. 5a

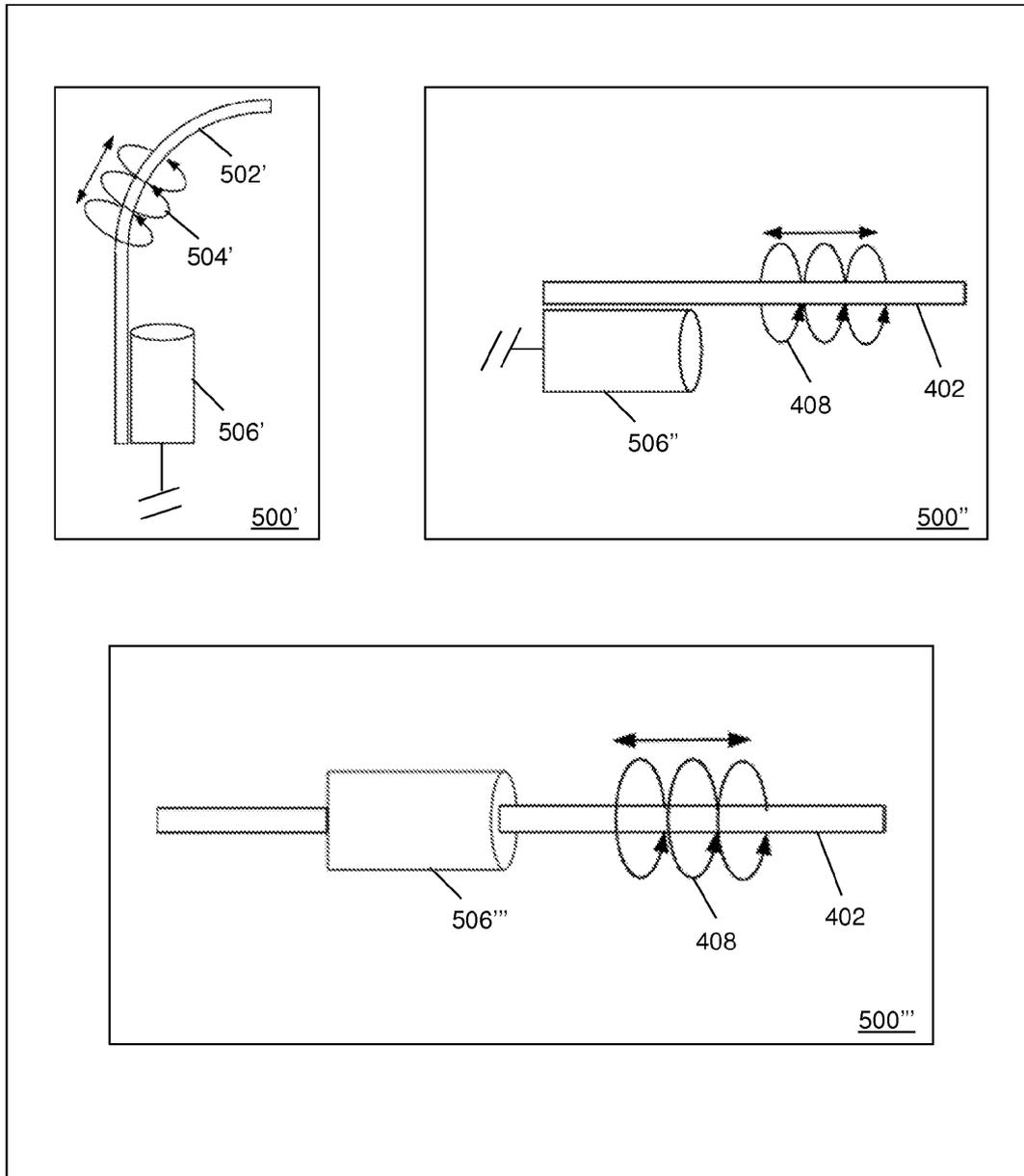


FIG. 5b

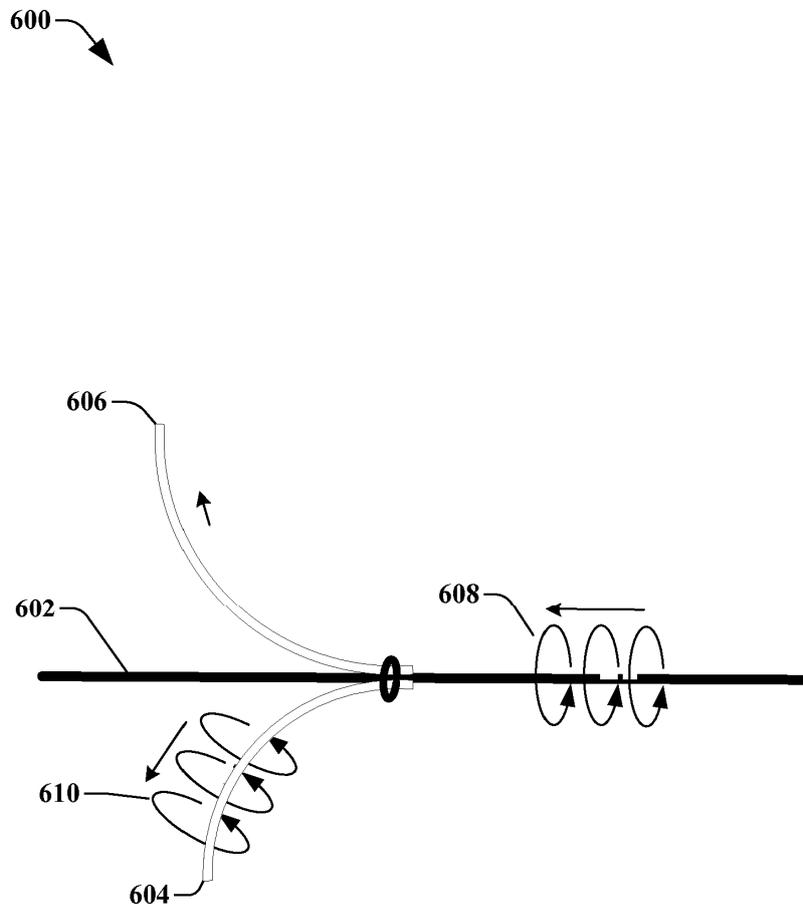


FIG. 6

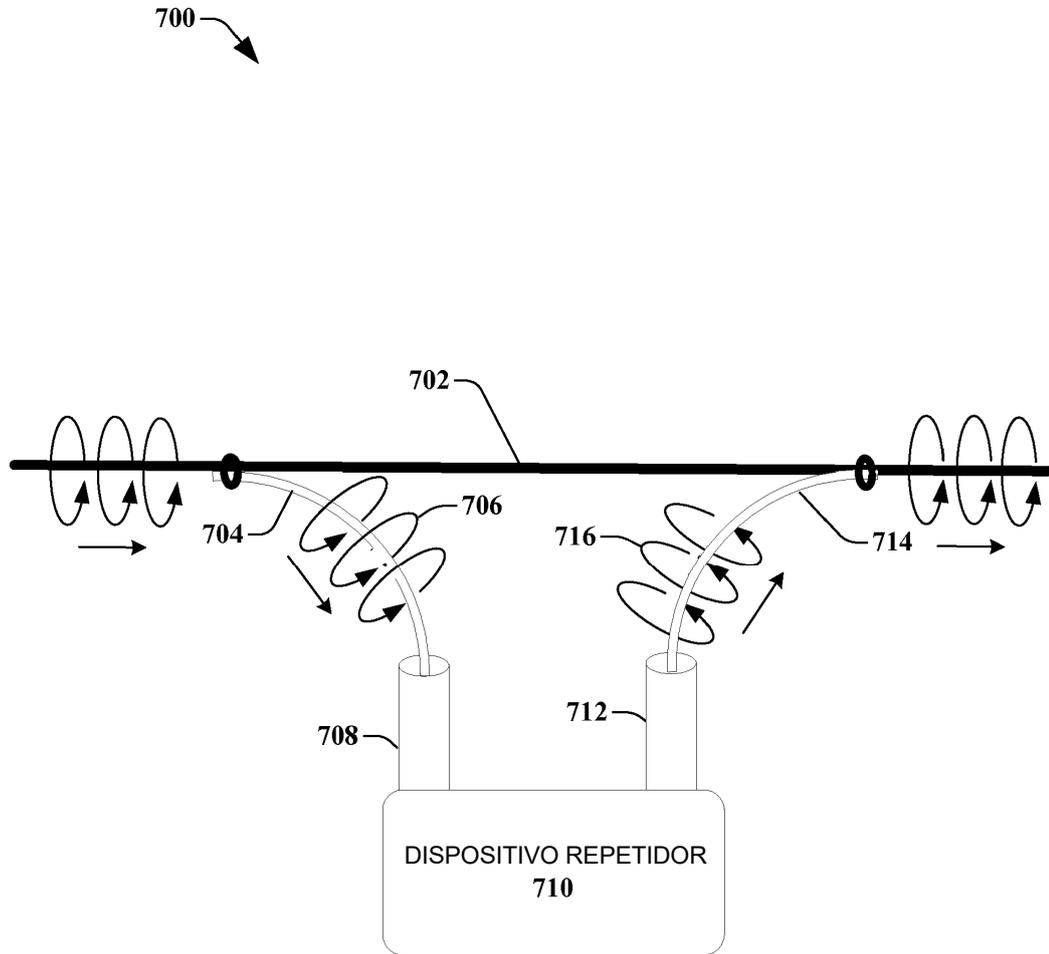


FIG. 7

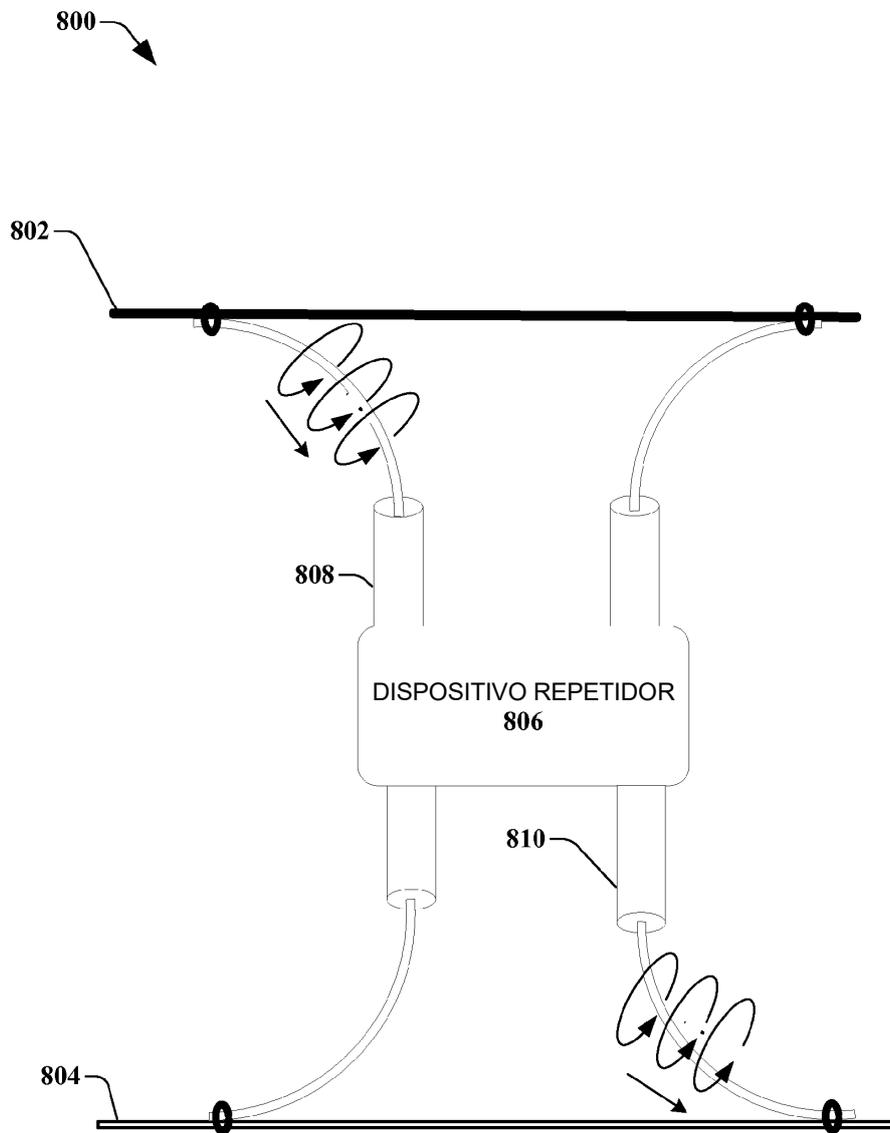


FIG. 8

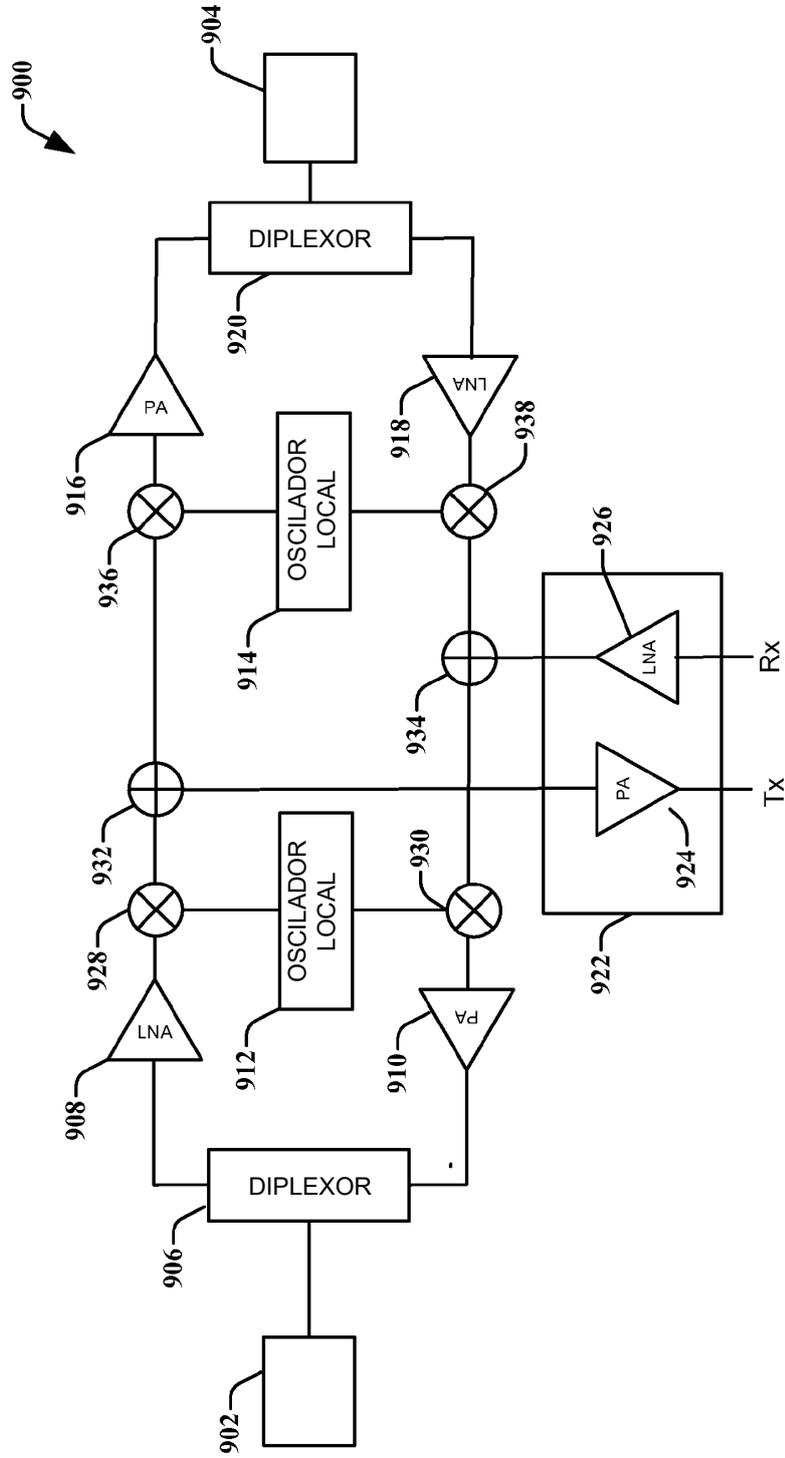


FIG. 9

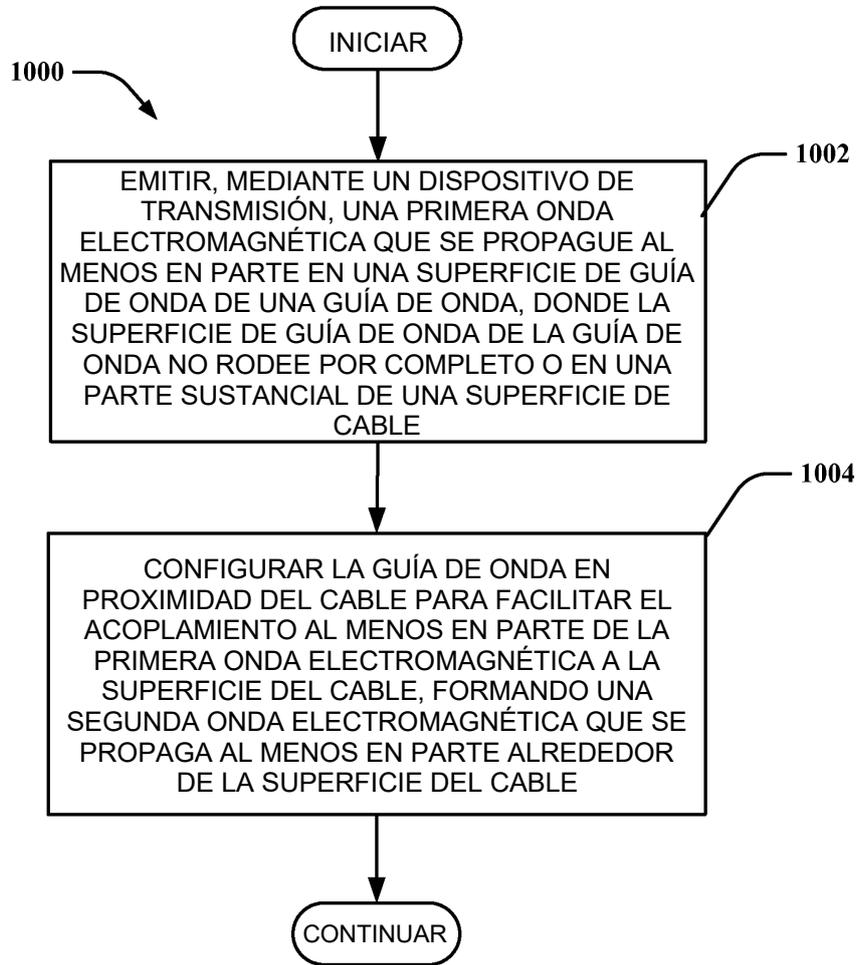


FIG. 10

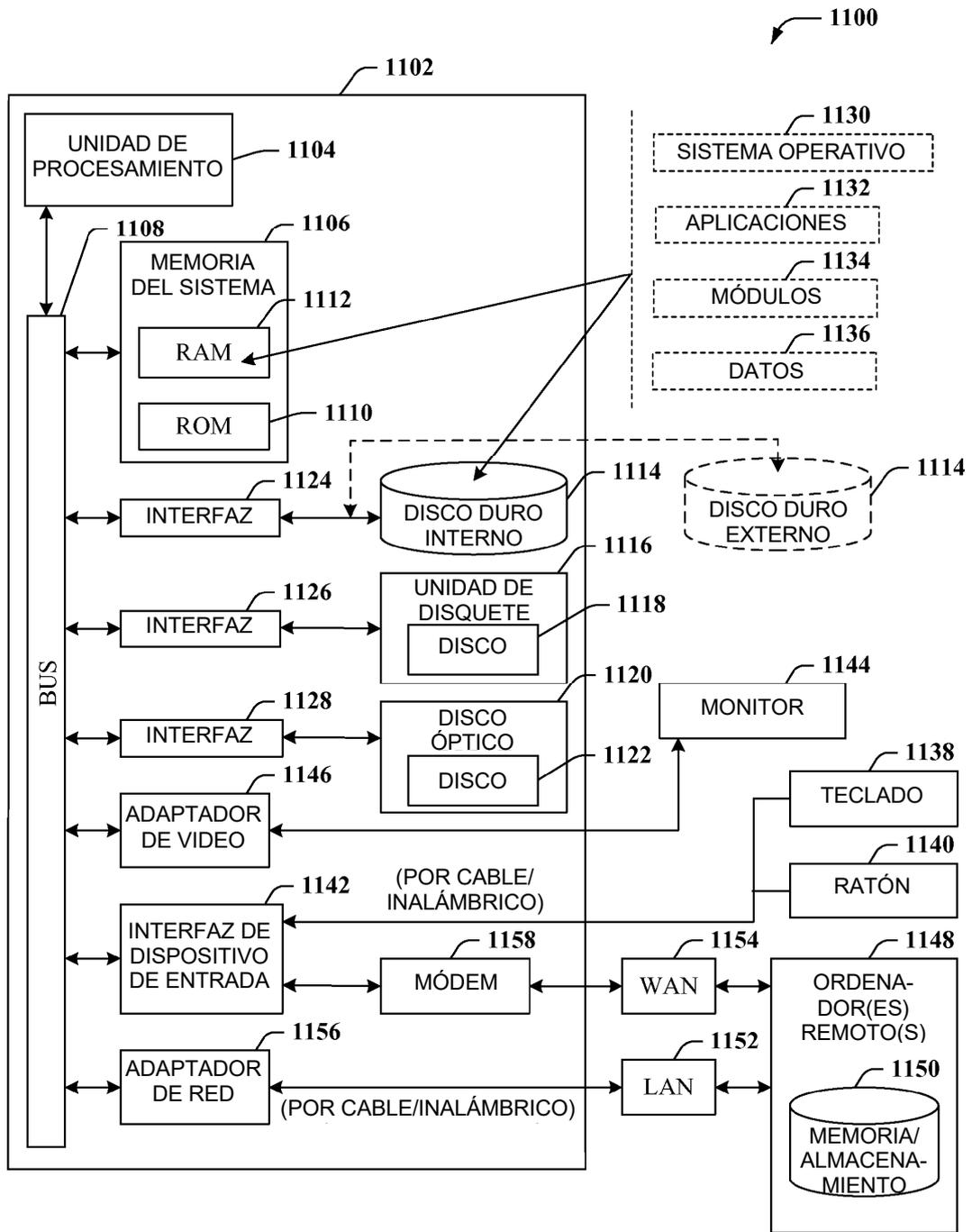


FIG. 11

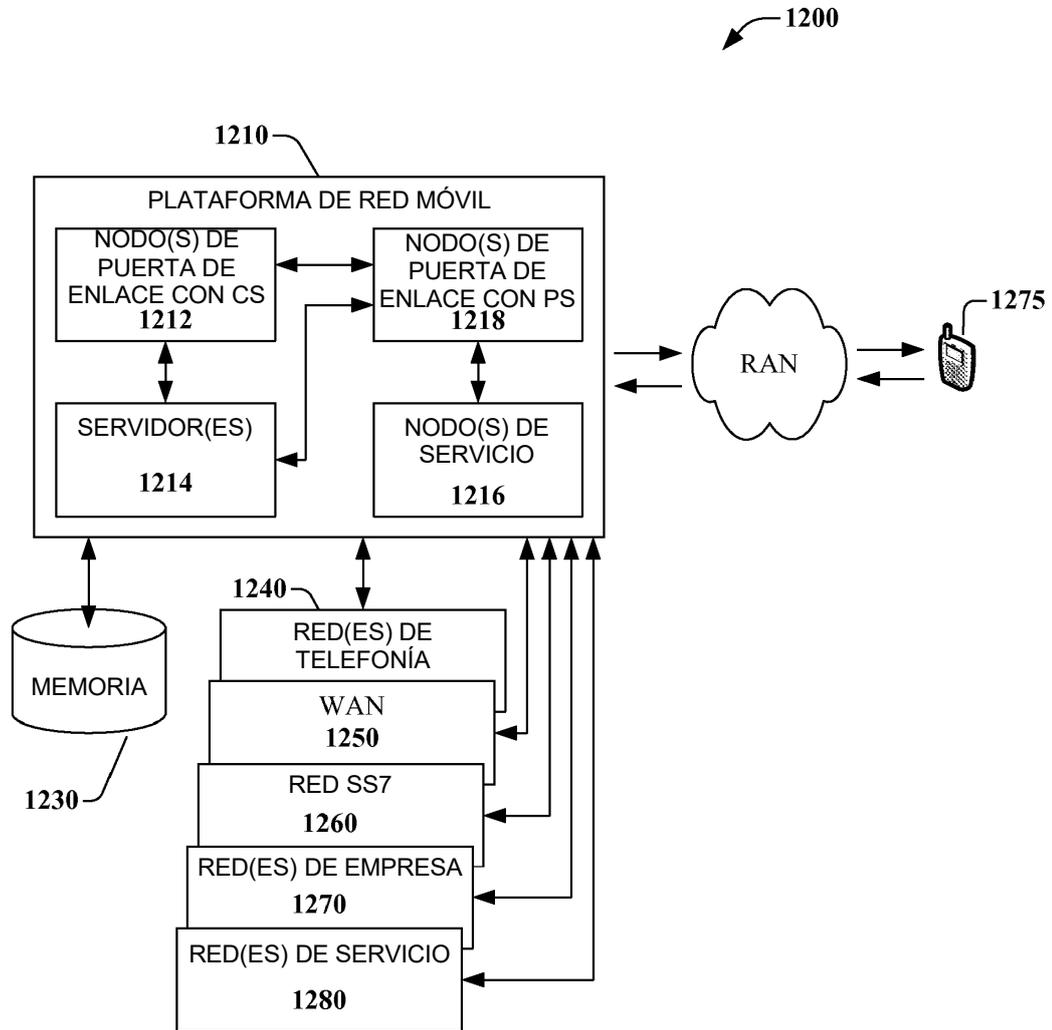


FIG. 12

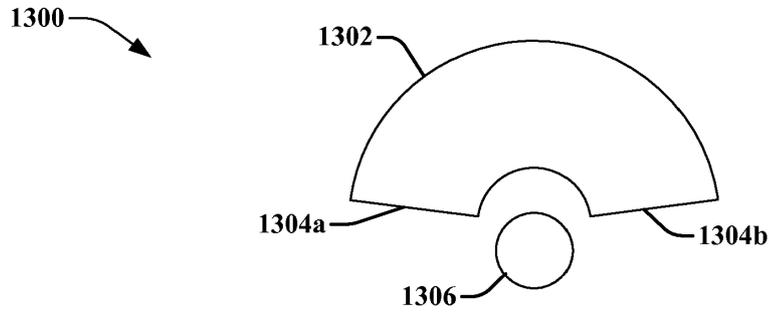


FIG. 13a

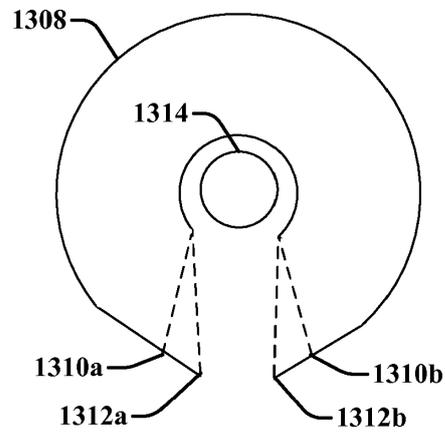


FIG. 13b

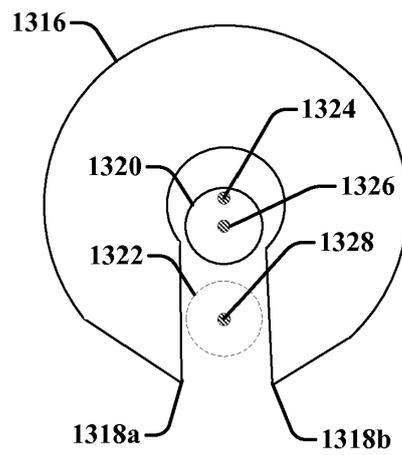


FIG. 13c

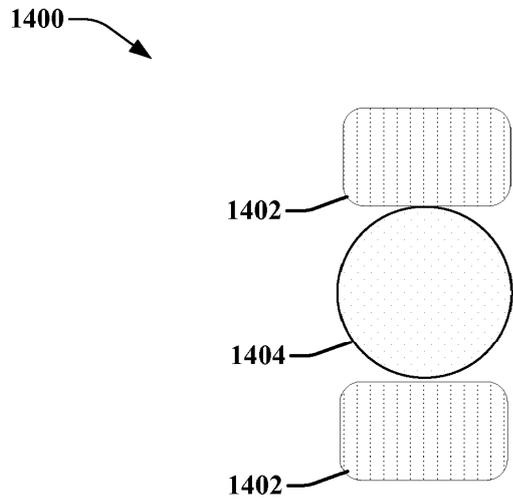


FIG. 14a

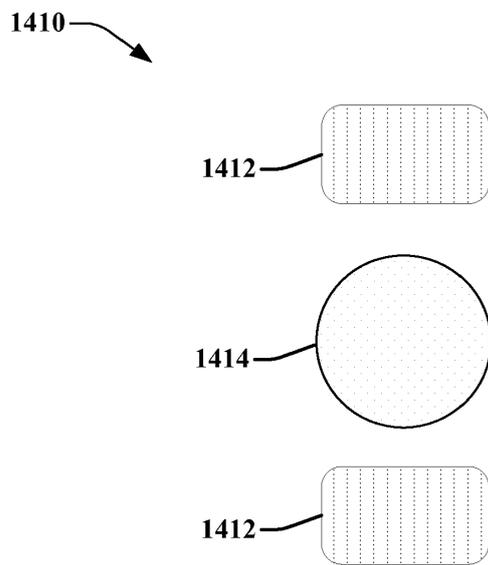


FIG. 14b

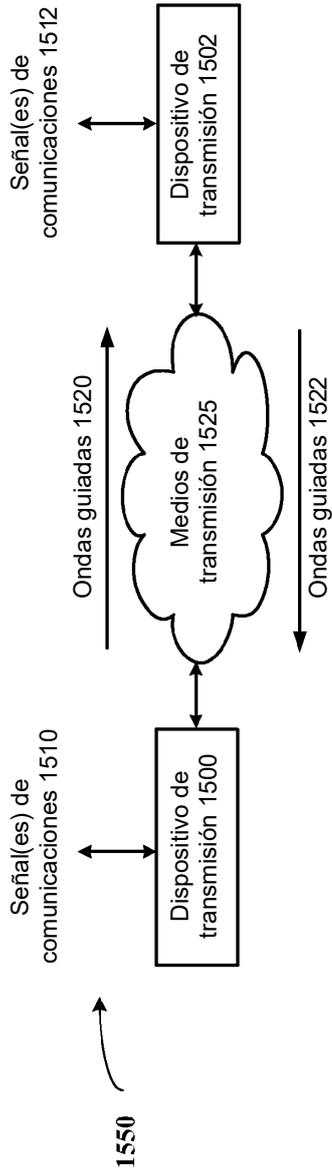


FIG. 15

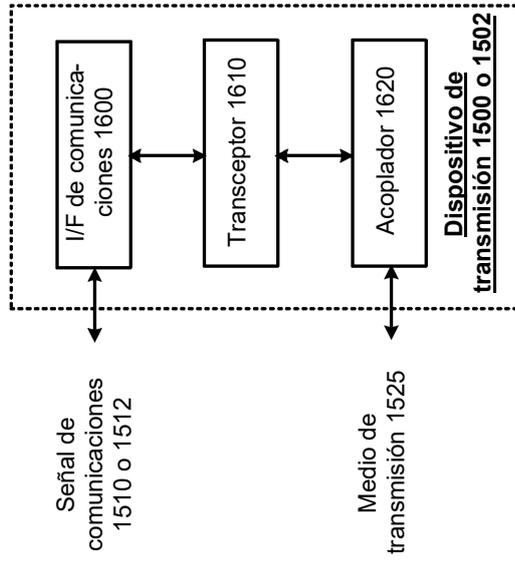


FIG. 16

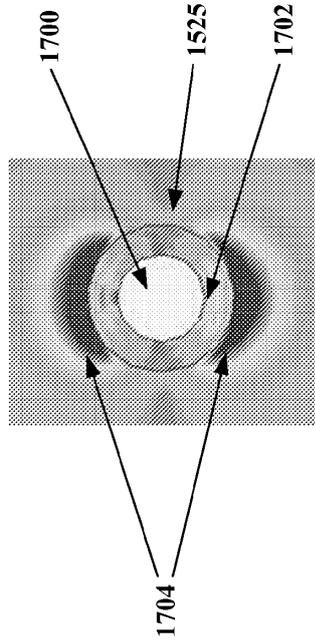


FIG. 17

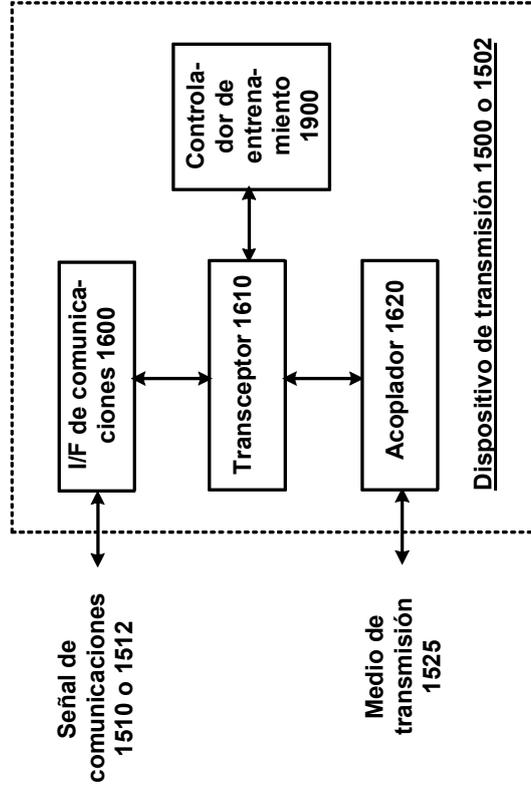


FIG. 19

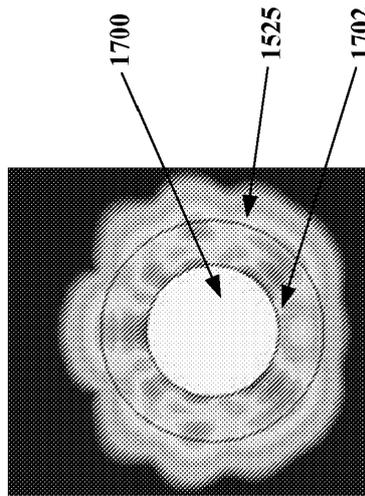


FIG. 18

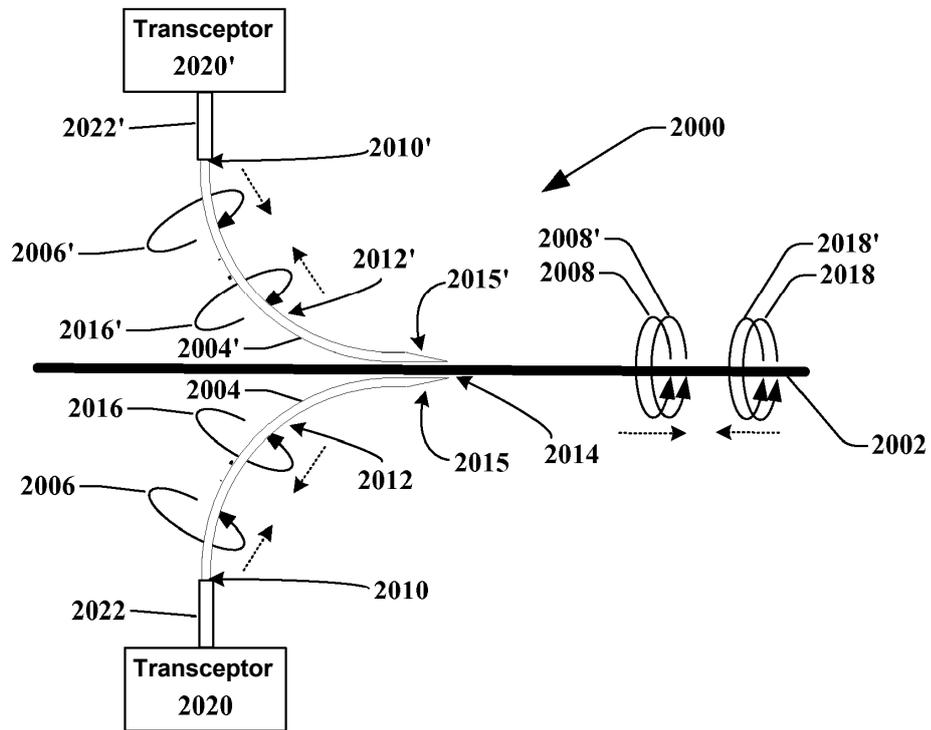


FIG. 20

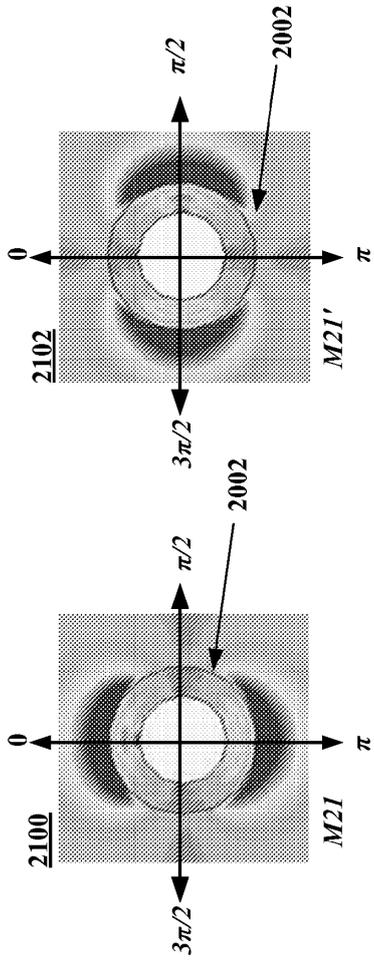


FIG. 21

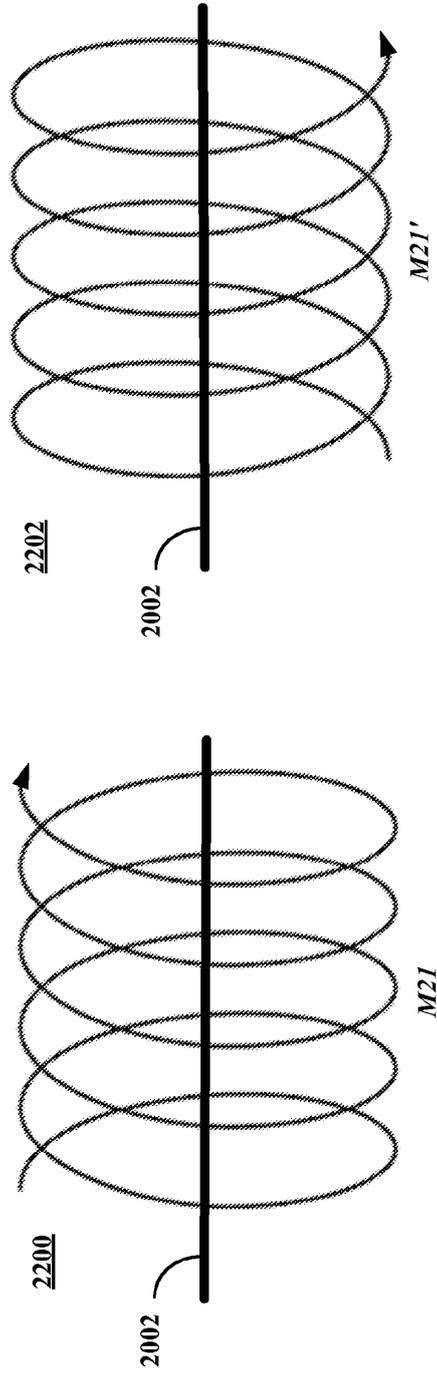


FIG. 22

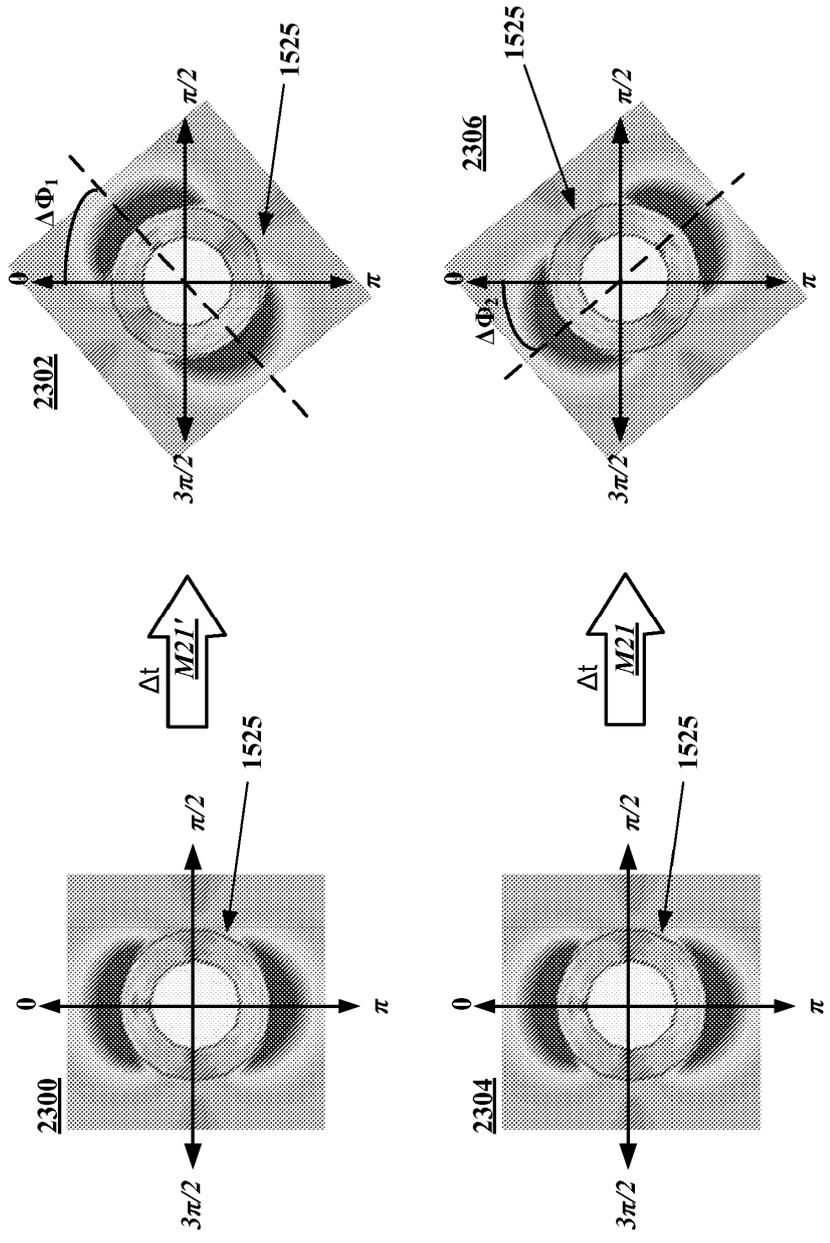


FIG. 23

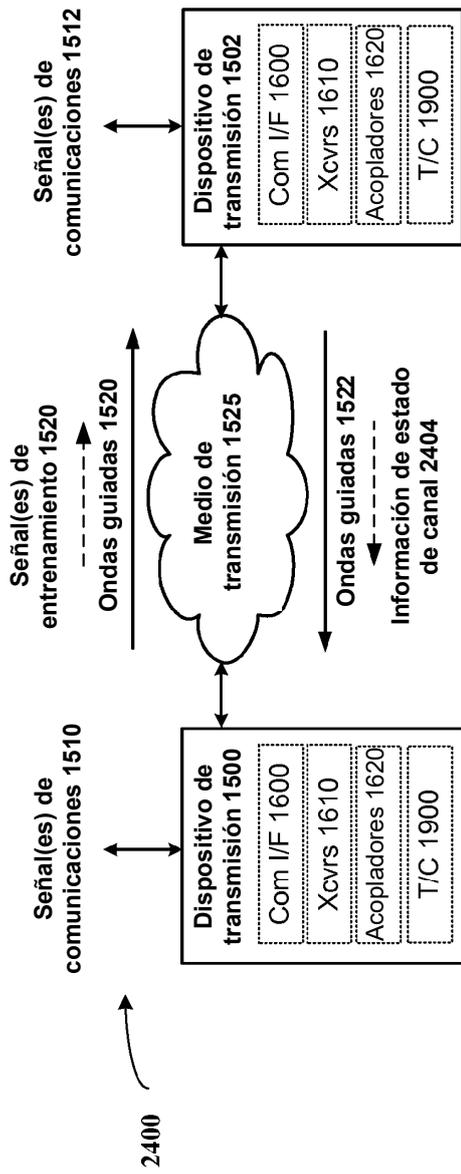


FIG. 24

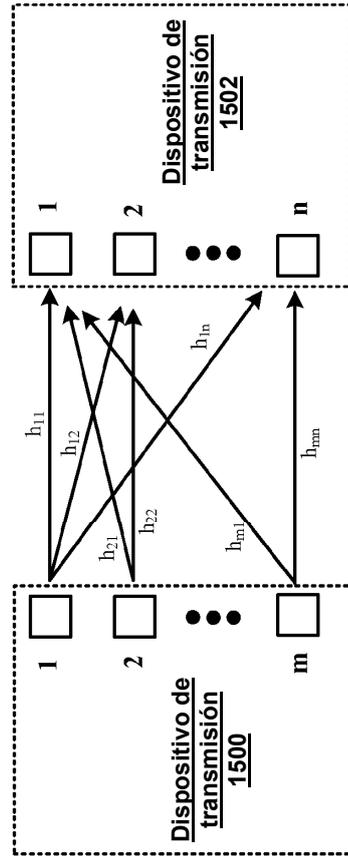


FIG. 25

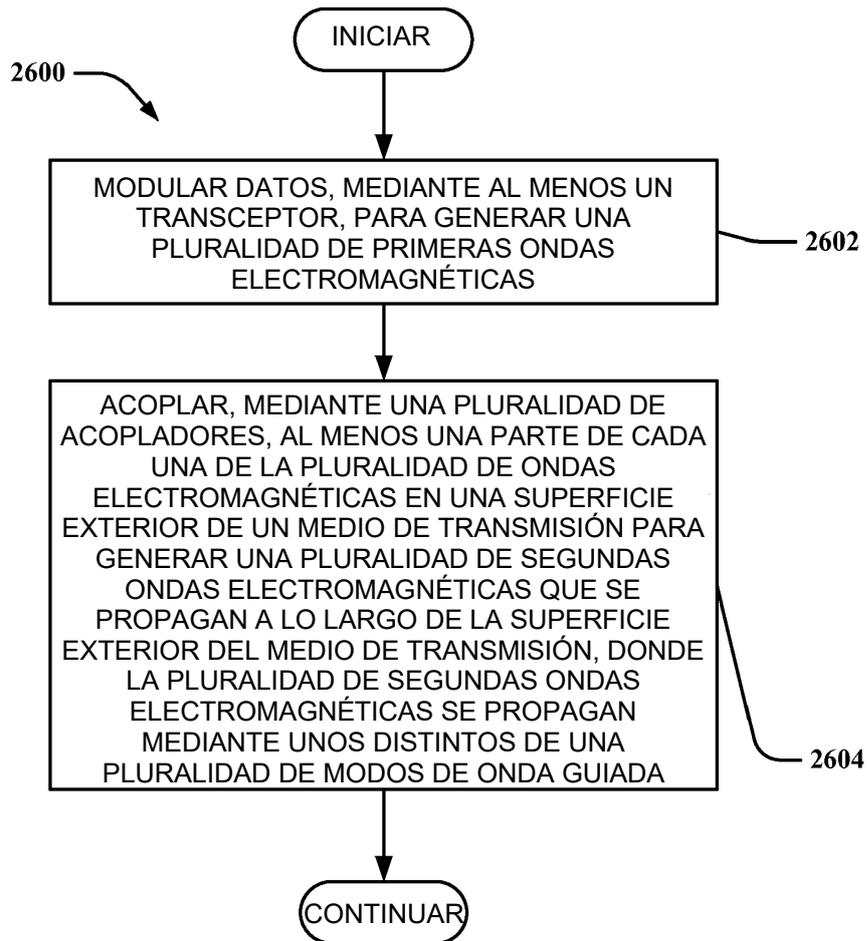


FIG. 26

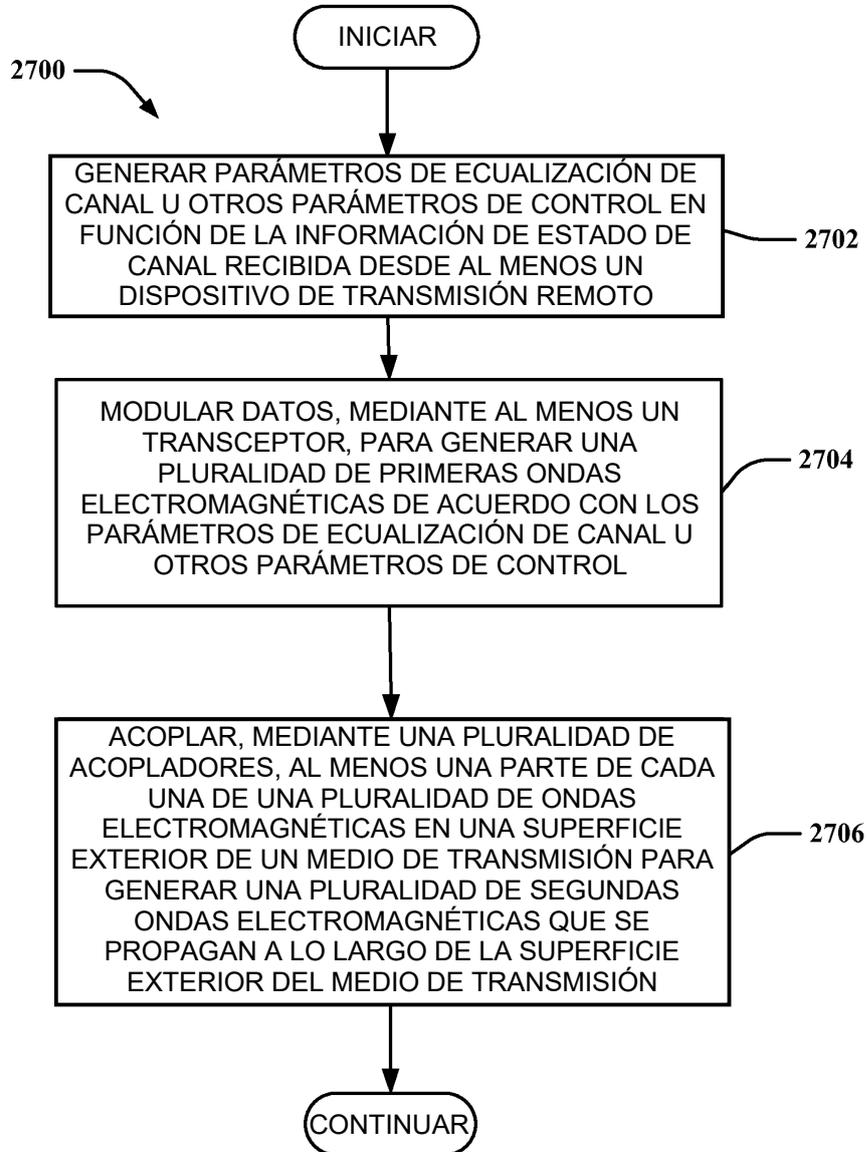


FIG. 27