

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 820 725**

51 Int. Cl.:

H04B 7/15 (2006.01)

H04B 17/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2013 PCT/SE2013/050795**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2014 WO14209179**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2013 E 13887686 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020 EP 3014789**

54 Título: **Procedimiento y tranceptor para diversidad de red en comunicaciones de larga distancia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2021

73 Titular/es:

**SAAB AB (100.0%)
581 88 Linköping, SE**

72 Inventor/es:

**BÄCKMAN, ANDERS y
ANDERSSON, MORGAN**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 820 725 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

Procedimiento y transceptor para diversidad de red en comunicaciones de larga distancia

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere a procedimientos y transceptores para la comunicación entre un nodo principal y un nodo de destino sobre largas distancias.

Antecedentes

10 La comunicación que implica transceptores aéreos está sujeta a propagación de radio la cual a menudo se describe bien mediante un patrón de canal de propagación de radio con dos rutas de propagación, denominado en el presente documento como un patrón de canal de dos rutas. Este patrón de canal de dos rutas tiene una ruta directa a partir del transmisor al receptor y una ruta indirecta a partir del transmisor al receptor, a través de al menos un reflector como un plano de superficie o similar.

15 La comunicación que implica transceptores aéreos también tiene lugar a menudo sobre largas distancias. Los ejemplos incluyen la comunicación entre una unidad en base a la superficie y una unidad aérea más allá del horizonte, y también la comunicación entre dos unidades aéreas donde el enlace de comunicación aire-aire puede extenderse a distancias tales como que la línea de visión entre los nodos en comunicación toca o casi toca el horizonte.

20 Este tipo de enlace de radio de larga distancia, caracterizado por el patrón de canal de dos rutas, está sujeto a condiciones desafiantes de desvanecimiento de múltiples rutas las cuales complican la comunicación entre los nodos de la red. Para complicar aún más las cosas, a menudo se deben cumplir requisitos estrictos sobre, por ejemplo, la capacidad de transmisión en términos de bits de información por segundo y plazos de comunicación de retraso estrictos.

25 Los desafíos relacionados con el tipo de comunicación de larga distancia descrita anteriormente están relacionados principalmente con la dependencia de la distancia del desvanecimiento de múltiples rutas de acuerdo con lo predicho por el patrón de canal de dos rutas. Un problema relacionado con dicha dependencia de la distancia es que la condición de desvanecimiento, es decir, la ganancia de la ruta de propagación varía lenta o muy lentamente a medida que varía la distancia de la ruta de propagación, es decir, el proceso de desvanecimiento es comparativamente lento en comparación con los enlaces de comunicación de corta distancia. El efecto es especialmente pronunciado en las bandas de frecuencias más bajas, y se vuelve algo menos pronunciado en las frecuencias muy altas. Esto significa que se necesita un gran desplazamiento de los transceptores de comunicación con el fin de lograr una diferencia significativa en las condiciones de comunicación, por ejemplo, en la potencia de la señal recibida. Por lo tanto, dos nodos de comunicación pueden experimentar condiciones de propagación pobres durante períodos prolongados de tiempo, incluso si la velocidad relativa y la dirección de movimiento de los nodos de comunicación son tales que la distancia del enlace de propagación cambia por diversos kilómetros durante un intervalo de tiempo de transmisión de interés. Se tiene en cuenta que la distancia de la ruta de propagación está determinada por las coordenadas relativas de los nodos de comunicación y el al menos un reflector, que incluyen la latitud, la longitud y la altitud.

40 Estas condiciones de propagación son diferentes en comparación a las condiciones de propagación experimentadas durante la comunicación de corta distancia, donde el desvanecimiento es a menudo mucho más rápido, es decir, donde hay una dependencia de la distancia mucho más fuerte, y es poco probable que dos nodos de comunicación que comprenden un nodo aéreo experimenten condiciones de múltiples rutas pobres durante períodos prolongados de tiempo, tales como durante un intervalo de tiempo de transmisión completo de interés.

Otro fenómeno de propagación el cual puede ocurrir durante la comunicación de larga distancia es el denominado conducto, donde la ruta de propagación de una señal transmitida es dirigida lejos de una línea recta de propagación por diferentes capas en el medio de transmisión. Entonces, la ruta de propagación se dobla o se curva.

45 Por supuesto, se pueden incluir más de dos rutas de propagación en el patrón de canal para modelar mejor ciertas condiciones de propagación. Dichas rutas adicionales pueden surgir, por ejemplo, debido a fenómenos de difracción o conductos. Sin embargo, los problemas fundamentales discutidos en el presente documento siguen siendo esencialmente los mismos. Por tanto, en el presente documento sólo se discutirá el patrón de canal de dos rutas. Las soluciones propuestas anteriormente para combatir el desvanecimiento de rutas múltiples, los conductos y otros fenómenos de propagación relacionados incluyen equipar cada nodo individual con más de una antena, o utilizar técnicas de espectro ensanchado las cuales utilizan un ancho de banda amplio para la comunicación con la esperanza de que algunas partes del espectro utilizado estarán libres de efectos de desvanecimiento adversos. Sin embargo, debido al proceso de desvanecimiento lento mencionado anteriormente, es decir, los cambios lentos en la ganancia de la ruta de propagación con el cambio de la distancia del enlace en los enlaces de comunicación de larga distancia, las soluciones propuestas anteriormente para combatir el desvanecimiento de múltiples rutas a menudo son ineficaces.

5 El documento “Adaptive energy efficient communications for rapidly deployable aerial-terrestrial networks” por GOMEZ KARINA ET AL [IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS WORKSHOPS (ICC), IEEE, publicado el 9 de junio de 2013, páginas 452-457] divulga (véase la Figura 1) un procedimiento en un nodo principal para la comunicación con un nodo de destino sobre largas distancias, comprendiendo el procedimiento las etapas de: sincronizar el nodo principal y un nodo auxiliar utilizando al menos un recurso de comunicaciones, generar una señal principal y una señal auxiliar a partir de una cantidad de información, transmitir la señal principal al nodo de destino utilizando el al menos un recurso de comunicaciones, y transmitir la señal auxiliar al nodo auxiliar utilizando el al menos un recurso de comunicaciones.

10 El documento “Cooperative Relaying for AdHoc Ground Networks Using Swarm UAVs” de PALAT R C ET AL [MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE, IEEE, ATLANTIC CITY, NJ, ESTADOS UNIDOS, 17-20 de octubre de 2005, páginas 1-7] divulga (véase la Figura 1) un procedimiento para realizar la retransmisión a partir de una fuente terrestre a un destino terrestre a través de un grupo de UAVs.

15 El documento WO 2007/064252 A1 (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]; LARSSON PETER [SE]) publicado el 7 de junio de 2007 divulga (véase la Figura 6) la retransmisión cooperativa mediante la cual se añaden señales directas y señales retransmitidas en el destino.

Sumario

La invención está definida por las reivindicaciones independientes, con realizaciones preferidas establecidas en la reivindicación dependiente.

20 Un objeto de la presente divulgación es proporcionar un procedimiento y un transceptor el cual busca mitigar, aliviar o eliminar una o más de las deficiencias en la técnica identificadas anteriormente y las desventajas individuales o en cualquier combinación y proporcionar procedimientos y transceptores mejorados para la comunicación.

25 Este objeto se obtiene mediante un procedimiento en un nodo principal para la comunicación con un nodo de destino sobre largas distancias. El procedimiento comprende las etapas de sincronizar el uso de al menos un recurso de comunicaciones con un nodo auxiliar, y también generar una señal principal y una señal auxiliar a partir de una cantidad de información. El procedimiento comprende además la etapa de transmitir la señal principal al nodo de destino mediante el al menos un recurso de comunicaciones sincronizadas, y también transmitir la señal auxiliar al nodo auxiliar mediante el al menos un recurso de comunicaciones sincronizadas.

30 De acuerdo con un aspecto, el al menos un recurso de comunicaciones comprende al menos uno de un calendario de tiempo de transmisión, un calendario de asignación de frecuencia de transmisión, y un calendario de asignación de código de ensanchamiento de espectro ensanchado.

De acuerdo con un aspecto, el procedimiento en un nodo principal para la comunicación con un nodo de destino sobre largas distancias comprende además la etapa de transmitir la señal auxiliar al nodo de destino.

De acuerdo con aspectos, cualquiera del nodo principal, el nodo de destino y el nodo auxiliar es un nodo aéreo.

35 De acuerdo con un aspecto, la señal auxiliar transmitida al nodo auxiliar está dispuesta para ser recibida, procesada y retransmitida por el nodo auxiliar hacia el nodo de destino. Se observa que la etapa de procesamiento puede constituir simplemente un reenvío entre una parte de recepción y una de transmisión del nodo auxiliar.

40 La sincronización del al menos un recurso de comunicaciones entre un nodo principal y un nodo auxiliar, y la transmisión de la cantidad de información a través de señales de transmisión tanto principal como auxiliar al nodo de destino, utilizando reenvío o retransmisión por el nodo auxiliar de la señal auxiliar, implica un efecto sorprendente a un nivel del sistema. Las soluciones anteriores para mitigar las condiciones desafiantes de desvanecimiento de múltiples rutas a menudo han fallado debido a la dependencia de la distancia mencionada anteriormente del desvanecimiento de múltiples rutas. Sin embargo, al utilizar un nodo auxiliar el cual se puede ubicar lejos del nodo principal, las distancias entre las antenas de transmisión del nodo principal y el nodo auxiliar pueden de hecho ser lo suficientemente grandes para proporcionar ganancias de diversidad con respecto al nodo de destino a pesar de dicho desvanecimiento lento y los efectos de variación baja mencionados anteriormente de la dependencia de la distancia, incluso en bandas de frecuencia más bajas.

45 Por tanto, sorprendentemente, se pueden establecer ganancias de diversidad incluso en sistemas de comunicación que comprenden nodos aéreos, sujetos a comunicación de larga distancia y patrones de canal de dos rutas, mediante el uso inteligente de nodos principales y nodos auxiliares.

50 A lo largo de la presente divulgación, la frase diversidad de red se utiliza cuando se hace referencia a efectos de beneficio en una derivación de red a partir de que una cantidad de información se propaga a lo largo de diferentes rutas de una red a partir de una fuente o nodo principal a un nodo de destino.

En consecuencia, al transmitir dicha cantidad de información a través de señales de transmisión tanto principal como auxiliar al nodo de destino, se establece la diversidad de red. La sincronización del al menos un recurso de

comunicaciones entre un nodo principal y un nodo auxiliar mejora la eficiencia de la comunicación. Por tanto, mediante dicha diversidad y sincronización de red, se facilita una comunicación de larga distancia fiable y eficaz.

5 Además, debido a dicha sincronización, el enlace de comunicaciones tendrá capacidad de un intervalo grande, sin un retraso de procesamiento adicional significativo como sería el caso, por ejemplo, si se hubiera aplicado un código de corrección de errores potente al enlace de comunicaciones entre el nodo principal y el nodo de destino. Otro beneficio de la técnica anterior es un incremento de la capacidad del enlace de comunicaciones, derivada a partir de las condiciones de transmisión mejoradas del enlace.

10 De acuerdo con un aspecto, el procedimiento comprende además la etapa de determinación de una geometría de red y una condición de propagación de red de una red que comprende el nodo principal, el nodo de destino y el nodo auxiliar en presencia de al menos un reflector.

De acuerdo con un aspecto, el procedimiento también comprende la etapa de posicionamiento del nodo auxiliar en base a dicha geometría de red determinada y condiciones de propagación para optimizar las condiciones de transmisión para la comunicación entre el nodo principal y el nodo de destino.

15 De acuerdo con un aspecto, la etapa de determinación comprende además construir un pronóstico de condición de propagación en base a cambios en la geometría de red y una condición de propagación de red de la red, y la etapa de posicionamiento también comprende optimizar las condiciones de transmisión para la comunicación entre el nodo principal y el nodo de destino en base a dicho pronóstico de condición de propagación.

Una ventaja adicional de la técnica propuesta es un intervalo operativo extendido de nodos de red.

20 Otra ventaja de la técnica propuesta es una capacidad mejorada del enlace de comunicaciones, así como una disponibilidad mejorada de posibilidades de comunicaciones entre el nodo principal y el nodo de destino.

25 El objeto indicado anteriormente se obtiene además mediante un procedimiento en un nodo auxiliar para la comunicación entre un nodo principal y un nodo de destino sobre largas distancias. El procedimiento comprende las etapas de sincronizar el uso de al menos un recurso de comunicaciones con el nodo principal. El procedimiento también comprende recibir una señal auxiliar a partir del nodo principal mediante el al menos un recurso de comunicaciones sincronizadas y transmitir una señal auxiliar reenviada al nodo de destino mediante el al menos un recurso de comunicaciones sincronizadas.

30 El objeto mencionado anteriormente también se obtiene mediante un procedimiento en un nodo de destino para la comunicación entre un nodo principal y un nodo de destino sobre largas distancias. El procedimiento comprende las etapas de recibir una señal auxiliar reenviada a partir de un nodo auxiliar mediante un recurso de comunicaciones y también recibir una señal principal a partir de un nodo principal mediante un recurso de comunicaciones. El procedimiento comprende además la etapa de detectar una cantidad de información comprendida en la señal principal y en la señal auxiliar reenviada.

35 También se divulga un transceptor dispuesto para la comunicación de larga distancia en un nodo principal. El transceptor comprende una unidad de comunicador de red conectada a una unidad de antena, una unidad de procesamiento de señal, una unidad de sincronización y un optimizador de condiciones de transmisión. La unidad de sincronización está dispuesta para sincronizar el uso mediante el comunicador de red de al menos un recurso de comunicaciones con un nodo auxiliar. La unidad de procesamiento de señal está dispuesta para generar una señal principal y una señal auxiliar a partir de una cantidad de información de entrada dispuesta para ser recibida en una interfaz de entrada del nodo principal. La unidad de comunicador de red está dispuesta para recibir la señal principal y la señal auxiliar y para transmitir dichas señales principal y auxiliar a través de la unidad de antena a un nodo de destino y un nodo auxiliar, respectivamente.

45 Se divulga además un transceptor dispuesto para asistir en la comunicación de larga distancia en un nodo auxiliar. El transceptor comprende una unidad de comunicador de red conectada a una unidad de antena, un procesador de señal, una unidad de sincronización y un optimizador de condiciones de transmisión. La unidad de sincronización está dispuesta para sincronizar el uso, mediante el comunicador de red, de al menos un recurso de comunicaciones con un nodo principal. La unidad de procesamiento de señal está dispuesta para recibir, mediante la unidad de comunicador de red, una señal auxiliar y para retransmitir dicha señal auxiliar como una señal auxiliar reenviada por la unidad de comunicador de red.

Breve descripción de los dibujos

50 Otros objetos, características y ventajas de la presente divulgación aparecerán a partir de la siguiente descripción detallada, en la que algunos aspectos de la divulgación se describirán con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1a muestra un patrón de propagación de dos rutas de acuerdo con la técnica anterior, y

La Figura 1b muestra un diagrama sobre la atenuación de la señal, y

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de una red de comunicaciones, y

Las Figuras 3-5 muestran diagramas de flujo de diversos procedimientos de divulgación, y

Las Figuras 6-7 muestran diagramas de bloques esquemáticos de nodos de red de la divulgación.

Descripción detallada

5 Los aspectos de la presente divulgación se divulgarán más completamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos. Los procedimientos y transceptores divulgados en el presente documento pueden, sin embargo, realizarse de diversas formas diferentes y no deben interpretarse como limitados a los aspectos establecidos en el presente documento. Los números similares en los dibujos se refieren a elementos similares en todas partes.

10 La terminología utilizada en el presente documento tiene únicamente el propósito de describir aspectos particulares de la divulgación, y no pretende limitar la invención. Como se utiliza en el presente documento, las formas singulares "un", "una" y "el" pretenden incluir las formas plurales también, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

15 La Figura 1a muestra un patrón 100 de canal de dos rutas de acuerdo con la técnica anterior. Un transmisor 110 comprendido en un nodo principal que transmite una señal 111 inalámbrica que comprende una cantidad de información hacia un receptor 120 en un nodo de destino. La señal 111 inalámbrica se propaga a lo largo de al menos dos rutas principales hasta el receptor 120. Una primera ruta 130 es una ruta directa entre el transmisor 110 y el receptor 120, a la vez que una segunda ruta 135 es una ruta 135 indirecta a través de al menos un reflector 140. Las dos las rutas se combinan en el receptor 120 para formar una señal recibida la cual es utilizada por el receptor 120 para la detección de la cantidad de información comprendida en la señal recibida.

20 La cantidad de información mencionada anteriormente debe interpretarse en un sentido general para representar información transmitida a partir del nodo principal al nodo de destino.

25 Se observa que los cambios de altitud pueden tener un efecto profundo en las condiciones de propagación, ya que un cambio de altitud a menudo afecta significativamente a las distancias relativas de la ruta de propagación. En consecuencia, de acuerdo con aspectos, la altitud relativa del nodo principal en comparación con el nodo de destino influye en las distancias de comunicación consideradas en el presente documento como comunicación de larga distancia.

También se observa que el nodo principal y el nodo de destino pueden ser un nodo aéreo.

30 Los ejemplos de esta cantidad de información incluyen un paquete de datos con información codificada en binario, una señal de información tal como una forma de onda analógica que representa, por ejemplo, una señal de voz, o un flujo continuo de datos codificados de manera digital.

35 La combinación de la primera 130 y la segunda 135 rutas en el receptor puede ser constructiva si las dos rutas llegan en fase al receptor 120, o puede ser destructiva si las dos rutas llegan fuera de fase, o en cualquier lugar entre constructivo y destructivo dependiendo en la diferencia de fase relativa de las rutas de llegada. Una combinación constructiva de rutas conduce a mejores condiciones de transmisión, a la vez que una combinación destructiva de rutas conduce a condiciones de transmisión deterioradas.

40 Debido a la naturaleza del patrón de canal de dos rutas ejemplares que se muestran en la Figura 1a, la atenuación entre el transmisor y el receptor es una función de la distancia relativa de las primeras 130 y las segundas 135 rutas de propagación, es decir, una función del transmisor 110, el receptor 120 y el al menos un reflector 140 se posicionan en tres dimensiones entre sí, así como la banda de frecuencia ocupada de la señal inalámbrica transmitida, y las condiciones generales de propagación del escenario de comunicaciones, las cuales comprenden las condiciones generales de propagación, por ejemplo, efectos a partir de la reflexión en un plano de superficie y también efectos a partir de los fenómenos de difracción.

45 Por tanto, se entiende que los parámetros más importantes que determinan las condiciones de comunicación, por ejemplo, la intensidad de la señal recibida, de acuerdo con el patrón de dos rutas, son las posiciones relativas del transceptor que incluyen longitud, latitud y altitud, y la banda de frecuencia de comunicación.

La comunicación que implica un nodo aéreo a menudo se rige por el patrón 100 de canal de dos rutas, o propagación, que se muestra en la Figura 1a, ya que a menudo están presentes dos rutas principales de propagación. Una ruta de propagación directa sigue una línea de visión entre el nodo aéreo y un nodo de destino, y una ruta reflejada que se origina a partir de una reflexión en, por ejemplo, el suelo.

50 La Figura 1b muestra un diagrama 150 ejemplar sobre la atenuación (eje y), medida en dB, de una señal inalámbrica en diferentes frecuencias portadoras: una frecuencia f1 MHz más baja, una frecuencia f2 MHz media y una frecuencia f3 MHz portadora más alta, a medida que los portadores se propagan sobre una distancia variable (eje x), medida en kilómetros, en un patrón de dos rutas dado, tal como el que se muestra en la Figura 1a.

Se observa que las tres frecuencias portadoras diferentes que se muestran en la Figura 1b deben interpretarse únicamente como ejemplos, ya que la presente divulgación no se limita a ninguna banda de frecuencia específica o conjuntos de bandas de frecuencia.

5 Se observa en la Figura 1b, que el patrón de desvanecimiento se vuelve escaso a medida que incrementa la distancia del enlace, lo que significa que la distancia entre los mínimos de atenuación consecutivos incrementa para hacerse larga con el incremento de la distancia del enlace, de tal modo que los mínimos de atenuación se ubican muy separados a la derecha en el diagrama 150 de atenuación de la señal. Es decir, si la distancia del enlace es superior a aproximadamente 100 kilómetros en la Figura 1b, la distancia del enlace necesita ser cambiada por aproximadamente 20 kilómetros con el fin de impactar de manera significativa la atenuación, a la vez que, a 10 distancias de enlace más cortas, un patrón de desvanecimiento más denso, lo que significa que los mínimos de atenuación se ubican mucho más cerca entre sí, donde se observa que cambios mucho más pequeños en la distancia de enlace tendrán un impacto significativo en la atenuación o, alternativamente, cambios más pequeños en la frecuencia tendrán un impacto significativo en la atenuación.

15 De acuerdo con los aspectos, la comunicación de larga distancia debe interpretarse como comunicación a distancia, medida en metros, donde el patrón de desvanecimiento se ha vuelto escaso de acuerdo con la discusión anterior. Esto significa que no es posible utilizar múltiples antenas unidas a un solo nodo para mejorar las condiciones de comunicación.

20 Por tanto, se observa que el tipo de condiciones de propagación discutidas en el presente documento pueden surgir también bajo otras geometrías de red y frecuencias de comunicación, para las cuales la divulgación también es aplicable. En consecuencia, siempre que las condiciones de propagación sean tales que exhiban una región escasa como se indica en la Figura 1b, la presente técnica es aplicable con resultados ventajosos en comparación con los procedimientos tradicionales de obtención de diversidad, por ejemplo, equipar un solo nodo con múltiples antenas.

25 Cuando se comunica sobre largas distancias, la diversidad es difícil de lograr utilizando un solo par de nodos de comunicación, ya que no sería práctico equipar dichos nodos con antenas ampliamente separadas que se extienden sobre diversos kilómetros. Además, las técnicas de espectro ensanchado tendrían que funcionar utilizando bandas muy amplias que se extienden, por ejemplo, sobre cientos de MHz o más con el fin de no experimentar a veces condiciones de propagación pobres sobre toda la banda.

Además, incluso si los nodos viajan a velocidad radial elevada, las condiciones de desvanecimiento pobres persistirán durante períodos prolongados de tiempo debido al orden de magnitud de las distancias involucradas.

30 La Figura 2 muestra una visión general esquemática de una red 200 de comunicaciones que comprende tres nodos, un nodo A 210 principal, un nodo C 220 de destino y un nodo B 230 auxiliar. La comunicación en la red 200 de comunicaciones tiene lugar a través de un recurso 270 de comunicaciones, el cual de acuerdo con diversos aspectos puede ser un recurso de frecuencia, un recurso de tiempo, o un recurso de código de ensanchamiento, o cualquier combinación de los mismos.

35 De acuerdo con diversos aspectos, cualquiera del nodo A 210 principal, el nodo C 220 de destino y el nodo B 230 auxiliar pueden ser un nodo aéreo.

40 El nodo 210 principal se comunica con el nodo 220 de destino transmitiendo una cantidad de información transportada por una señal 240 principal al nodo 220 de destino utilizando el recurso 270 de comunicaciones. Como se discutió en conexión a la Figura 1a y la Figura 1b anteriores, este enlace puede experimentar condiciones de desvanecimiento persistentemente pobres debido al menos en parte a dicha larga distancia como lo predicho por el patrón de canal de dos rutas.

45 Sin embargo, dado que la red también comprende el nodo 230 auxiliar, el nodo 210 principal también transmite una señal 250 auxiliar que lleva dicha cantidad de información al nodo 230 auxiliar, el cual luego retransmite la señal 250 auxiliar como una señal 260 auxiliar reenviada al nodo de destino, utilizando el mismo recurso 270 de comunicaciones.

50 La técnica que se muestra en la Figura 2 mejora las condiciones de transmisión entre el nodo 210 principal y el nodo 220 de destino, ya que el nodo 230 auxiliar puede estar ubicado a una distancia significativa lejos del nodo 210 principal, y posiblemente también a una altitud significativamente diferente, y por lo tanto, se puede esperar que experimente diferentes condiciones de propagación con respecto al nodo 220 de destino que las experimentadas por el nodo 210 principal. Por tanto, se establece la diversidad y se mejoran las condiciones de transmisión.

Como se mencionó anteriormente, la comunicación en la red 200 de comunicaciones utiliza al menos un recurso 270 de comunicaciones, que se muestra en la Figura 2 como un bloque discontinuo. El recurso de comunicaciones comprende al menos uno de un calendario de tiempo de transmisión, un calendario de asignación de frecuencia de transmisión y una asignación de código de ensanchamiento de espectro ensanchado.

El nodo 210 principal y el nodo 230 auxiliar están adecuadamente sincronizados, de tal modo que la interferencia en el sistema es limitada. Se prefieren diversas formas de sincronización dependiendo en el procedimiento de acceso al canal, por ejemplo:

- 5 • Sincronización de tiempo para establecer franjas de tiempo en los que la transmisión se produce mediante un solo transceptor en un tiempo dado.
- Sincronización de frecuencia para establecer sub-bandas de frecuencia o conjuntos de sub-bandas de frecuencia en las que se produce la transmisión mediante un solo transceptor en cualquier tiempo dado.
- 10 • Sincronización conjunta de frecuencia y tiempo para establecer conjuntos de sub-bandas de frecuencia e franjas de tiempo en los que se produce la transmisión mediante un solo transceptor en cualquier sub-banda de frecuencia dada durante cualquier intervalo de tiempo dado.

Debido a dicha sincronización, el recurso 270 de comunicaciones compartido se utiliza de manera más eficiente, lo cual es una característica clave de la técnica presente.

15 Además, los transceptores de la red 200 pueden utilizar procedimientos tradicionales de diversidad con el fin de lograr una mejora adicional de las condiciones de transmisión. Dichos procedimientos tradicionales de diversidad incluyen la diversidad espacial de la antena, es decir, la explotación de múltiples antenas transportadas por un solo nodo, y la diversidad de polarización, es decir, la explotación de formas de onda de transmisión polarizadas tanto horizontal como verticalmente.

El nodo 210 principal, el nodo 230 auxiliar, así como el nodo 220 de destino pueden ser, de acuerdo con realizaciones de la red 200, nodos terrestres tales como nodos terrestres o marítimos, o nodos aéreos.

20 De acuerdo con algunos aspectos de la divulgación, el nodo 210 principal y el nodo 230 auxiliar es un nodo aéreo, a la vez que el nodo de destino está dispuesto en conexión con un barco u otra embarcación marítima, formando así una red de comunicaciones aire-mar.

25 De acuerdo con algunos otros aspectos de la divulgación, el nodo 210 principal es una embarcación marítima y el nodo 230 auxiliar es un nodo aéreo, a la vez que el nodo de destino está dispuesto en conexión con un barco u otra embarcación marítima, formando así una red de comunicaciones mar-aire-mar.

De acuerdo con otros aspectos de la divulgación, el nodo 210 principal es un nodo terrestre, a la vez que el nodo de destino está dispuesto en conexión con un barco u otra embarcación marítima, formando así una red de comunicaciones tierra-mar.

30 La Figura 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento en un nodo 210 principal para la comunicación con un nodo 220 de destino sobre largas distancias. El procedimiento comprende la etapa de sincronizar S11 el uso de al menos un recurso de comunicaciones con un nodo 230 auxiliar, y también la etapa de generar S13 una señal 240 principal y una señal 250 auxiliar a partir de una cantidad de información. El procedimiento comprende además la etapa de transmitir S14 la señal 240 principal al nodo 220 de destino mediante el al menos un recurso de comunicaciones sincronizadas, y también transmitir S15 la señal 250 auxiliar al nodo 230 auxiliar mediante el al menos un recurso de comunicaciones sincronizadas.

35 En consecuencia, sincronizando el al menos un recurso de comunicaciones entre un nodo principal y un nodo auxiliar, y transmitiendo la cantidad de información a través de señales de transmisión tanto principal como auxiliar al nodo de destino, se establece la diversidad de red. Mediante dicha diversidad y sincronización de red, se facilita una comunicación de larga distancia eficaz y fiable.

40 Además, debido a dicha sincronización, el enlace de comunicaciones tendrá capacidad de intervalo grande, sin un retraso de procesamiento adicional significativo como sería el caso, por ejemplo, si se hubiera aplicado un código de corrección de errores potente al enlace de comunicaciones entre el nodo principal y nodo de destino. Otro beneficio de la técnica anterior es un incremento de capacidad del enlace de comunicaciones, derivado a partir de las condiciones de transmisión mejoradas del enlace, en particular en lugares de condiciones de transmisión pobres.

45 Se observa que las técnicas de retransmisión en base a, por ejemplo, la solicitud de repetición automática, ARQ, probablemente no serán efectivas en el tipo de condiciones de desvanecimiento discutidas en el presente documento, debido a que el desvanecimiento es lento como se discutió anteriormente. Por lo tanto, las retransmisiones tienen una probabilidad igual de baja de recepción exitosa dado que un intento anterior de transmisión ha fallado.

50 De acuerdo con un aspecto, el procedimiento comprende además la etapa de determinar S10 una geometría de red y una condición de propagación de red de una red 200 que comprende el nodo 210 principal, el nodo 220 de destino y el nodo 230 auxiliar.

De acuerdo con un aspecto, el procedimiento también comprende la etapa de posicionar S12 el nodo 230 auxiliar en base a dicha geometría de red determinada y condiciones de propagación para optimizar las condiciones de transmisión para la comunicación entre el nodo 210 principal y el nodo 220 de destino.

5 La etapa de determinación S10 junto con la etapa de posicionamiento S12 juntas aportan un beneficio adicional del procedimiento divulgado: al analizar las condiciones actuales de la red, es decir, la geometría y otras condiciones de propagación tales como las condiciones meteorológicas, se puede construir un pronóstico de la condición de propagación en base a las posiciones de los nodos y su movimiento actual y futuro. Por lo tanto, las condiciones de propagación pueden mejorarse más allá de la mejora estadística debido a la diversidad en una red donde los nodos tienen posiciones aleatorias para proporcionar una mejora más determinista debido a dicha determinación S10 seguida de dicho posicionamiento S12.

10 De acuerdo con un aspecto, el pronóstico de la condición de propagación se construye utilizando las posiciones actuales del nodo principal, el nodo auxiliar y el nodo de destino en relación entre sí y con al menos un reflector en el entorno, para calcular las distancias de la ruta de propagación de acuerdo con el patrón de canal de dos rutas o de múltiples rutas. En base a dichas distancias de ruta, es decir, en base a distancias de ruta directa y reflejada, y la frecuencia de las señales transmitidas, se determina la atenuación de propagación para las diferentes rutas utilizando el patrón de canal de dos rutas. Los cambios en la atenuación de la propagación para las diferentes rutas se pueden predecir teniendo en cuenta los patrones de movimiento relativo de los nodos. Por tanto, extrapolar los patrones de movimiento relativo del nodo principal, el nodo auxiliar y el nodo de destino, se puede construir un pronóstico de propagación el cual muestra la atenuación actual y futura esperada en las diferentes rutas de propagación en la red.

De acuerdo con un aspecto, la determinación de un pronóstico de propagación es también en base a los patrones de movimiento relativo del nodo 210 principal, el nodo 230 auxiliar y el nodo 220 de destino en relación con el entorno, es decir, en relación con al menos un reflector en el entorno.

25 Dado dicho pronóstico de condición de propagación, es entonces posible determinar una posición o una trayectoria adecuadas a lo largo del tiempo del nodo 230 auxiliar en relación con el nodo 210 principal y el nodo 220 de destino para lograr mejoras deterministas en las condiciones de transmisión.

De acuerdo con un aspecto, el procedimiento también comprende maniobrar uno o una combinación de los nodos de la red para lograr y también mantener las condiciones de transmisión óptimas o requeridas.

30 Aquí, maniobrar comprende navegar, es decir, determinar una ruta a partir de la ubicación actual del nodo auxiliar hasta una nueva ubicación, seguido por el movimiento del nodo auxiliar a la nueva ubicación.

De acuerdo con un aspecto, la maniobra comprende maniobrar mediante un sistema de pilotaje automático dichos nodos en base al pronóstico de propagación con el fin de lograr y mantener condiciones de transmisión mejoradas.

35 De acuerdo con una realización, las condiciones de transmisión no se optimizan completamente, es decir, los nodos no se maniobran deliberadamente a una posición relativa óptima. En cambio, las condiciones de transmisión sólo se mejoran hasta un nivel predeterminado, después de lo cual el nodo 210 principal y el nodo 230 auxiliar y el nodo 220 de destino son libres para maniobrar. En consecuencia, siempre que las condiciones de transmisión a partir del nodo principal al nodo de destino cumplan con un conjunto de requisitos, por ejemplo, transmisión libre de errores a una tasa dada, entonces no se requieren maniobras a partir de los nodos de la red.

40 De acuerdo con un aspecto, tan pronto como, por ejemplo, las condiciones de transmisión caen por debajo de un requisito predeterminado, entonces se solicita, o se exige, maniobra a los nodos de la red.

45 Debe tenerse en cuenta que, aunque la transmisión a partir del nodo principal al nodo de destino se discutió anteriormente, se obtendrán efectos benéficos similares si se invierte la dirección de la comunicación de tal modo que el nodo de destino transmita señales al nodo principal a través del nodo auxiliar. Por tanto, un aspecto de la presente divulgación comprende un procedimiento en un nodo 220 de destino para la comunicación con un nodo 210 principal sobre largas distancias, comprendiendo el procedimiento las etapas de;

- sincronizar el uso de al menos un recurso 270 de comunicaciones con un nodo 230 auxiliar,
- generar una señal 240 principal y una señal 250 auxiliar a partir de una señal de información,
- transmitir la señal 240 principal al nodo 210 principal mediante el al menos un recurso 270 de comunicaciones sincronizadas,
- 50 • transmitir la señal 250 auxiliar al nodo 230 auxiliar mediante el al menos un recurso 270 de comunicaciones sincronizadas.

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento en un nodo 230 auxiliar para la comunicación entre un nodo 210 principal y un nodo 220 de destino sobre largas distancias. El procedimiento comprende las etapas de sincronizar S21 el uso de al menos un recurso de comunicaciones con el nodo 210 principal. El procedimiento

también comprende recibir S23 una señal 250 auxiliar a partir del nodo 210 principal mediante el al menos un recurso de comunicaciones sincronizadas, y transmitir S24 una señal 260 auxiliar reenviada al nodo 220 de destino mediante el al menos un recurso de comunicaciones sincronizadas.

5 Debería observarse que la señal 260 auxiliar reenviada comprende la cantidad de información y posiblemente también información redundante utilizada para, por ejemplo, corrección de errores.

De acuerdo con un aspecto, la etapa de transmitir S24 comprende además detectar la cantidad de información y volver a modular dicha cantidad de información para obtener la señal auxiliar reenviada.

10 De acuerdo con un aspecto, el procedimiento comprende además la etapa de determinar S20 una geometría de red y una condición de propagación de red de una red 200 que comprende el nodo 210 principal, el nodo 220 de destino y el nodo 230 auxiliar.

De acuerdo con un aspecto, el procedimiento también comprende la etapa de cambiar S22 la posición del nodo 230 auxiliar en base a la geometría de red determinada y la condición de propagación de red determinada para optimizar las condiciones de transmisión para la comunicación entre el nodo 210 principal y el nodo 220 de destino.

15 La Figura 5 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento en un nodo 220 de destino para la comunicación entre un nodo 210 principal y el nodo 220 de destino sobre largas distancias, comprendiendo el procedimiento las etapas de;

- recibir S31 una señal 260 auxiliar reenviada a partir de un nodo 230 auxiliar por un recurso 270 de comunicaciones;
- recibir S32 una señal 240 principal a partir de un nodo 210 principal mediante un recurso 270 de comunicaciones;
- detectar S34 una cantidad de información comprendida en la señal 240 principal y en la señal 250 auxiliar reenviada.

25 De acuerdo con un aspecto, el procedimiento que se muestra en la Figura 5 comprende además la etapa de recibir S33 una señal 250 auxiliar del nodo 210 principal mediante el recurso de comunicaciones, y la etapa de detectar S34 una cantidad de información comprende además detectar una cantidad de información comprendida en la señal 250 auxiliar.

30 La Figura 6 muestra un diagrama de bloques esquemático de un transceptor 500 en un nodo principal dispuesto para comunicación de larga distancia. El transceptor 500 comprende una unidad 501 de comunicador de red conectada a una unidad 505 de antena, una unidad 502 de procesador de señal, una unidad 503 de sincronización y un optimizador 504 de condición de transmisión. La unidad 503 de sincronización está dispuesta para sincronizar el uso, mediante el comunicador 501 de red, de al menos un recurso 270 de comunicaciones con un nodo auxiliar. La unidad 502 de procesamiento de señal está dispuesta para generar una señal principal y una señal auxiliar a partir de una cantidad de información de entrada dispuesta para ser recibida en una interfaz 506 de entrada del nodo principal. La unidad 501 de comunicador de red está dispuesta para recibir la señal principal y la señal auxiliar y para transmitir dichas señales principal y auxiliar a través de la unidad 505 de antena a un nodo de destino y un nodo auxiliar, respectivamente.

35 La unidad 501 de comunicador de red está dispuesta para explotar el recurso 270 de comunicaciones utilizado por el nodo principal, es decir, ya sea de un calendario de tiempo de transmisión, un calendario de asignación de frecuencia de transmisión o una asignación de código de ensanchamiento de espectro ensanchado.

40 La Figura 7 muestra un diagrama de bloques esquemático de un transceptor 600 dispuesto para asistir en la comunicación de larga distancia en un nodo auxiliar. El transceptor 600 comprende una unidad 601 de comunicador de red conectada a una unidad 605 de antena, un procesador 602 de señal, una unidad 603 de sincronización y un optimizador 604 de condición de transmisión. La unidad 603 de sincronización está dispuesta para sincronizar el uso mediante el comunicador 601 de red de al menos un recurso 270 de comunicaciones con un nodo principal. La unidad 602 de procesamiento de señal está dispuesta para recibir, mediante la unidad 601 de comunicador de red, una señal auxiliar y retransmitir dicha señal auxiliar como una señal auxiliar reenviada por la unidad 601 de comunicador de red.

45 De acuerdo con un aspecto, la unidad 501, 601 de comunicador de red de cualquiera de los transceptores 500, 600 mencionados anteriormente está dispuesta para aplicar un código de canal de corrección de error directo, FEC, antes de transmitir señales a través de la unidad 505 de antena.

50 De acuerdo con un aspecto, la unidad 501, 601 de comunicador de red de cualquiera de los transceptores 500, 600 mencionados anteriormente está dispuesta para acceder a un medio de transmisión compartido de la red a través de cualquiera de un procedimiento de acceso múltiple por división de tiempo, TDMA, un procedimiento de acceso

múltiple por división de frecuencia, FDMA, un procedimiento de acceso múltiple por división de código, CDMA, o un procedimiento de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA.

5 De acuerdo con un aspecto, la unidad 501, 601 de comunicador de red de cualquiera de los transceptores 500, 600 mencionados anteriormente está dispuesta para transmitir y recibir señales simultáneamente a través de la unidad 505 de antena.

10 Los aspectos de la divulgación se describen con referencia a los dibujos, por ejemplo, diagramas de bloques y/o diagramas de flujo. Se entiende que diversas entidades en los dibujos, por ejemplo, bloques de los diagramas de bloques, y también combinaciones de entidades en los dibujos, pueden implementarse mediante instrucciones de programa informático, cuyas instrucciones pueden almacenarse en una memoria legible por ordenador y también cargarse en un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable. Dichas instrucciones de programas informáticos se pueden proporcionar a un procesador de un ordenador de propósito general, un ordenador de propósito especial y/u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir una máquina, de tal modo que las instrucciones, las cuales se ejecutan a través del procesador del ordenador y/u otro aparato de procesamiento de datos programable, crean medios para implementar las funciones/actos especificados en los diagramas de bloques y/o el bloque o bloques del diagrama de flujo.

15 En algunas implementaciones y de acuerdo con algunos aspectos de la divulgación, las funciones o etapas indicadas en los bloques pueden ocurrir fuera del orden indicado en las ilustraciones operativas. Por ejemplo, dos bloques que se muestran en sucesión pueden de hecho ejecutarse sustancialmente al mismo tiempo o los bloques a veces pueden ejecutarse en orden inverso, dependiendo de las funciones/actos involucrados. Además, las funciones o etapas indicadas en los bloques pueden, de acuerdo con algunos aspectos de la divulgación, ejecutarse continuamente en un bucle.

20 En los dibujos y la memoria descriptiva, se han divulgado aspectos ejemplares de la divulgación. Sin embargo, se pueden realizar diversas variaciones y modificaciones a estos aspectos sin apartarse sustancialmente de los principios de la presente divulgación. Por lo tanto, la divulgación debe considerarse ilustrativa en lugar de restrictiva, y no limitada a los aspectos particulares discutidos anteriormente. Por consiguiente, aunque se emplean términos específicos, se utilizan únicamente en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

25 El ámbito de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento en un nodo (210) principal para la comunicación con un nodo (220) de destino sobre largas distancias, comprendiendo el procedimiento las etapas de;

- 5 • sincronizar (S11) el nodo (210) principal y un nodo (230) auxiliar utilizando al menos un recurso (270) de comunicaciones,
- generar (S13) una señal (240) principal y una señal (250) auxiliar a partir de una cantidad de información,
- transmitir (S14) la señal (240) principal al nodo (220) de destino utilizando el al menos un recurso (270) de comunicaciones,
- 10 • transmitir (S15) la señal (250) auxiliar al nodo (230) auxiliar utilizando el al menos un recurso (270) de comunicaciones, **caracterizado porque**
- determinar (S10) una geometría de red y una condición de propagación de red de una red (200) que comprende el nodo (210) principal, el nodo (220) de destino y el nodo (230) auxiliar,
- posicionar (S12) el nodo (230) auxiliar en base a dicha geometría de red y condiciones de propagación determinadas para optimizar las condiciones de transmisión para la comunicación entre el nodo (210) principal y el nodo (220) de destino,

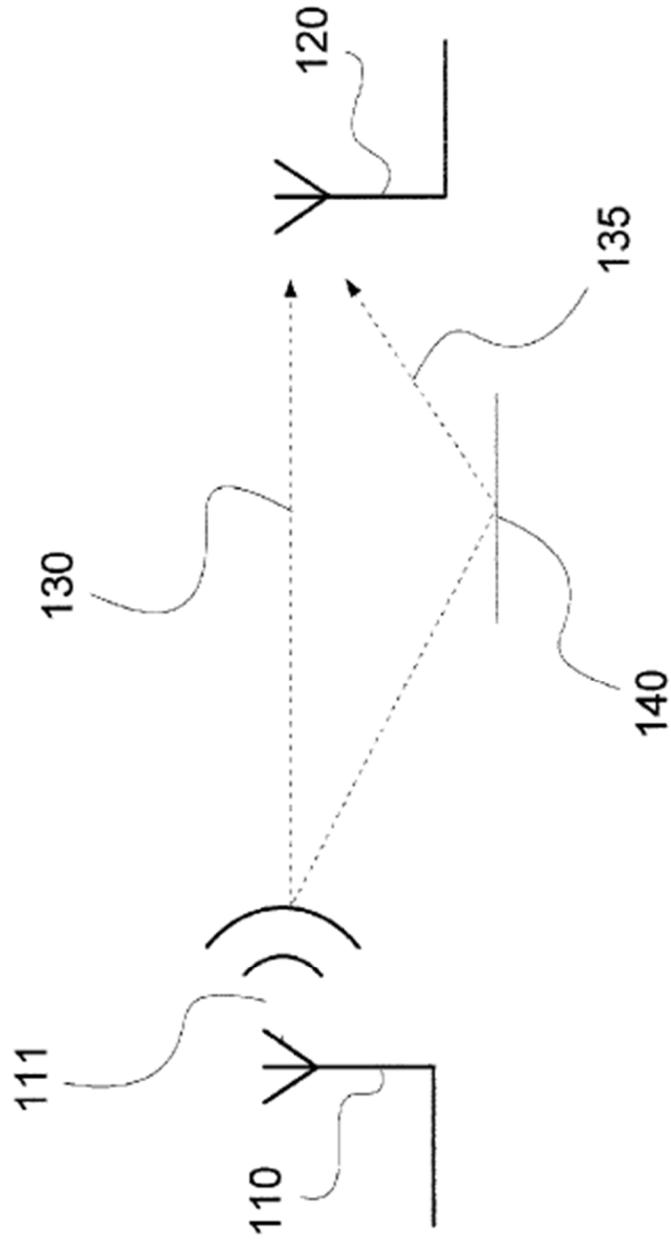
en el que la etapa de determinación (S10) comprende además construir un pronóstico de condiciones de propagación en base a cambios en la geometría de red y una condición de propagación de red de la red (200), y en la que la etapa de posicionamiento (S12) comprende optimizar las condiciones de transmisión para la comunicación entre el nodo (210) principal y el nodo (220) de destino en base a dicho pronóstico de condiciones de propagación.

20 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el al menos un recurso (270) de comunicaciones comprende al menos uno de un calendario de tiempo de transmisión, un calendario de asignación de frecuencia de transmisión y una asignación de código de ensanchamiento de espectro ensanchado.

3. Un procedimiento en un nodo (230) auxiliar para la comunicación entre un nodo (210) principal y un nodo (220) de destino sobre largas distancias, comprendiendo el procedimiento las etapas de;

- 25 • sincronizar (S21) el nodo (230) auxiliar y un nodo (210) principal utilizando al menos un recurso (270) de comunicaciones,
- recibir (S23) una señal (250) auxiliar a partir del nodo (210) principal utilizando el al menos un recurso (270) de comunicaciones,
- 30 • transmitir (S24) una señal (260) auxiliar reenviada al nodo (220) de destino utilizando el al menos un recurso (270) de comunicaciones, **caracterizado porque**
- determinar (S20) una geometría de red y una condición de propagación de red de una red (200) que comprende el nodo (210) principal, el nodo (220) de destino y el nodo (230) auxiliar,
- maniobrar (S22) el nodo (230) auxiliar en base a la geometría de red determinada y la condición de propagación de red determinada con el fin de optimizar las condiciones de transmisión para la comunicación entre el nodo (210) principal y el nodo (220) de destino.

100



TÉCNICA ANTERIOR

Fig. 1a

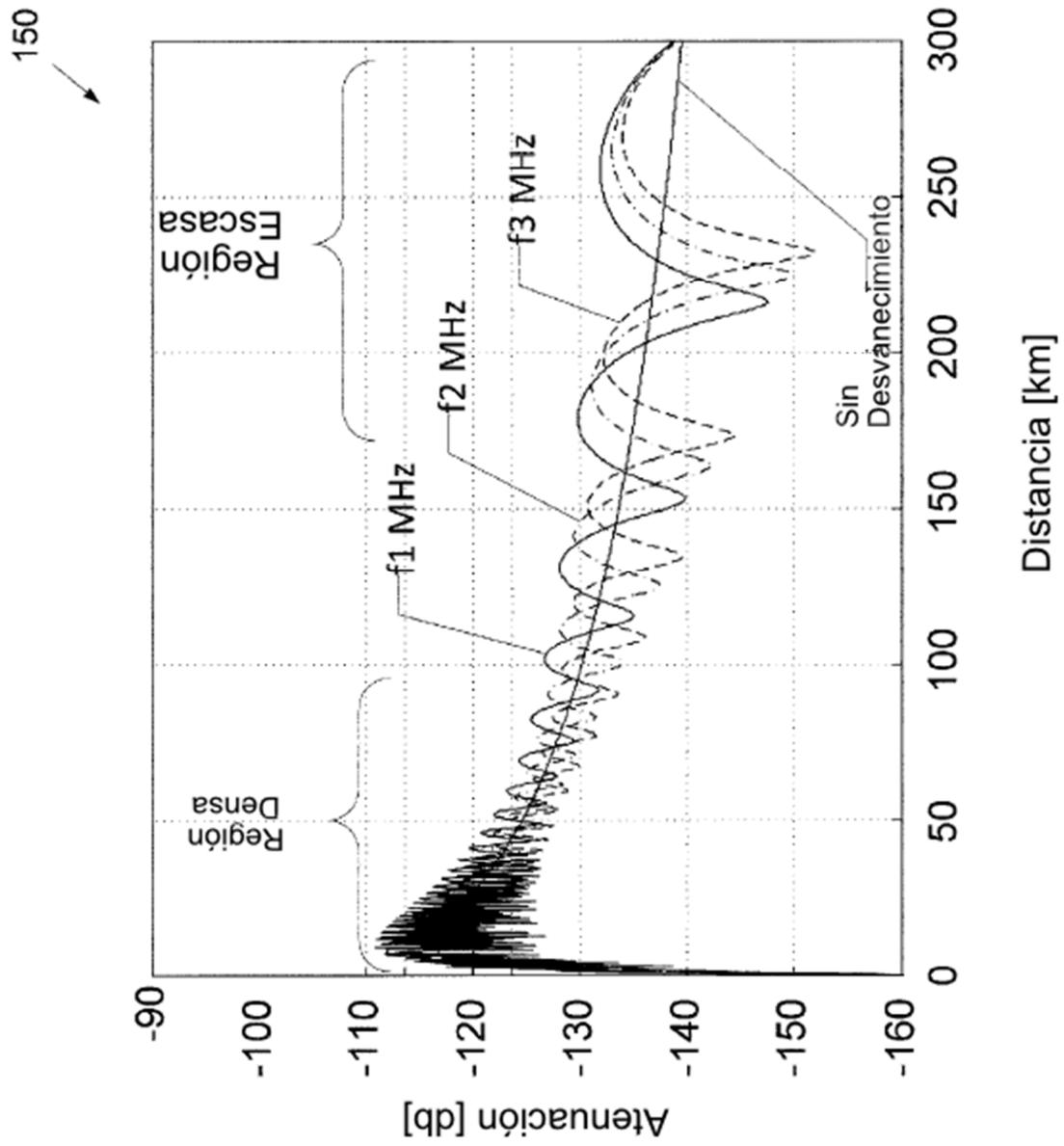


Fig. 1b

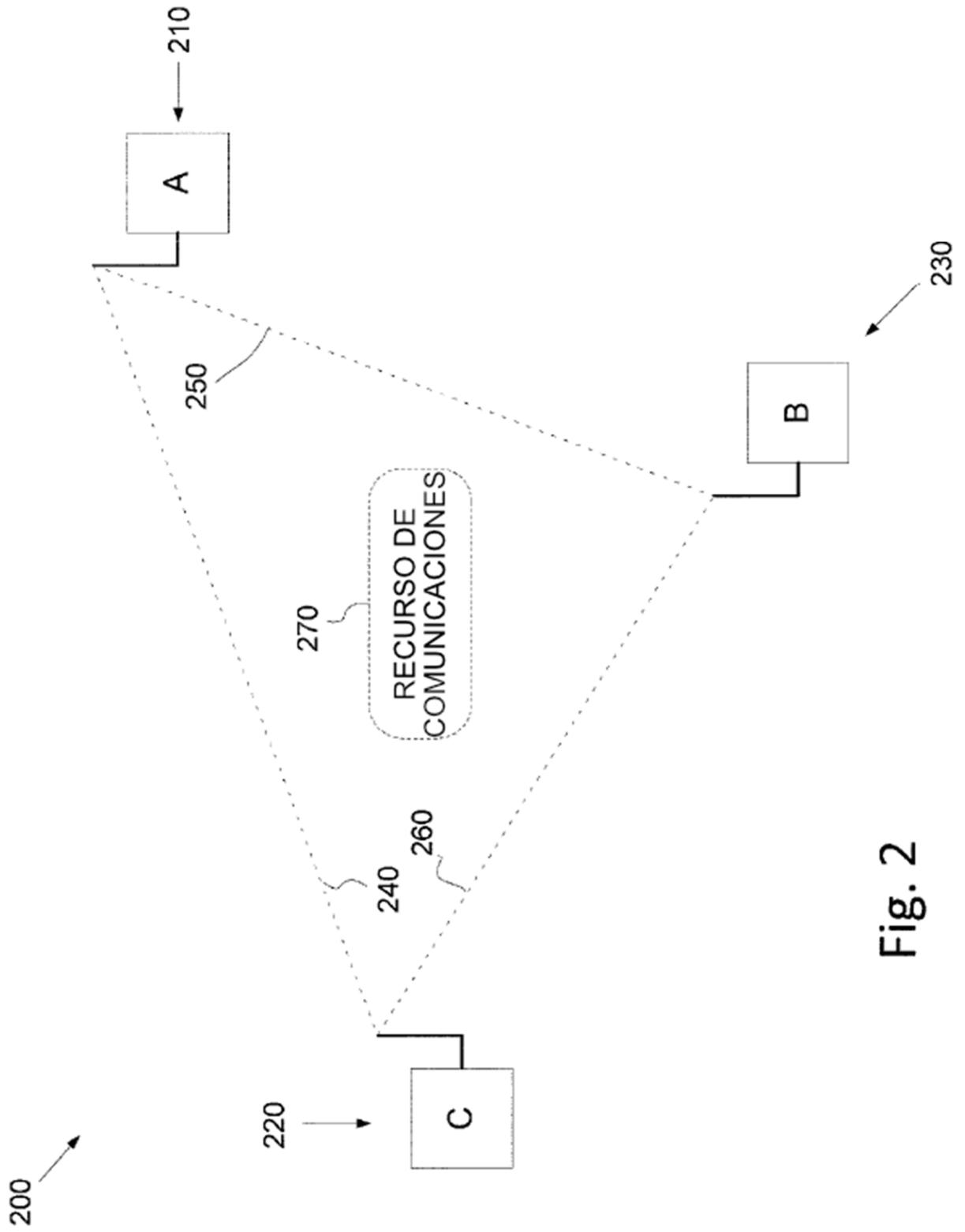


Fig. 2

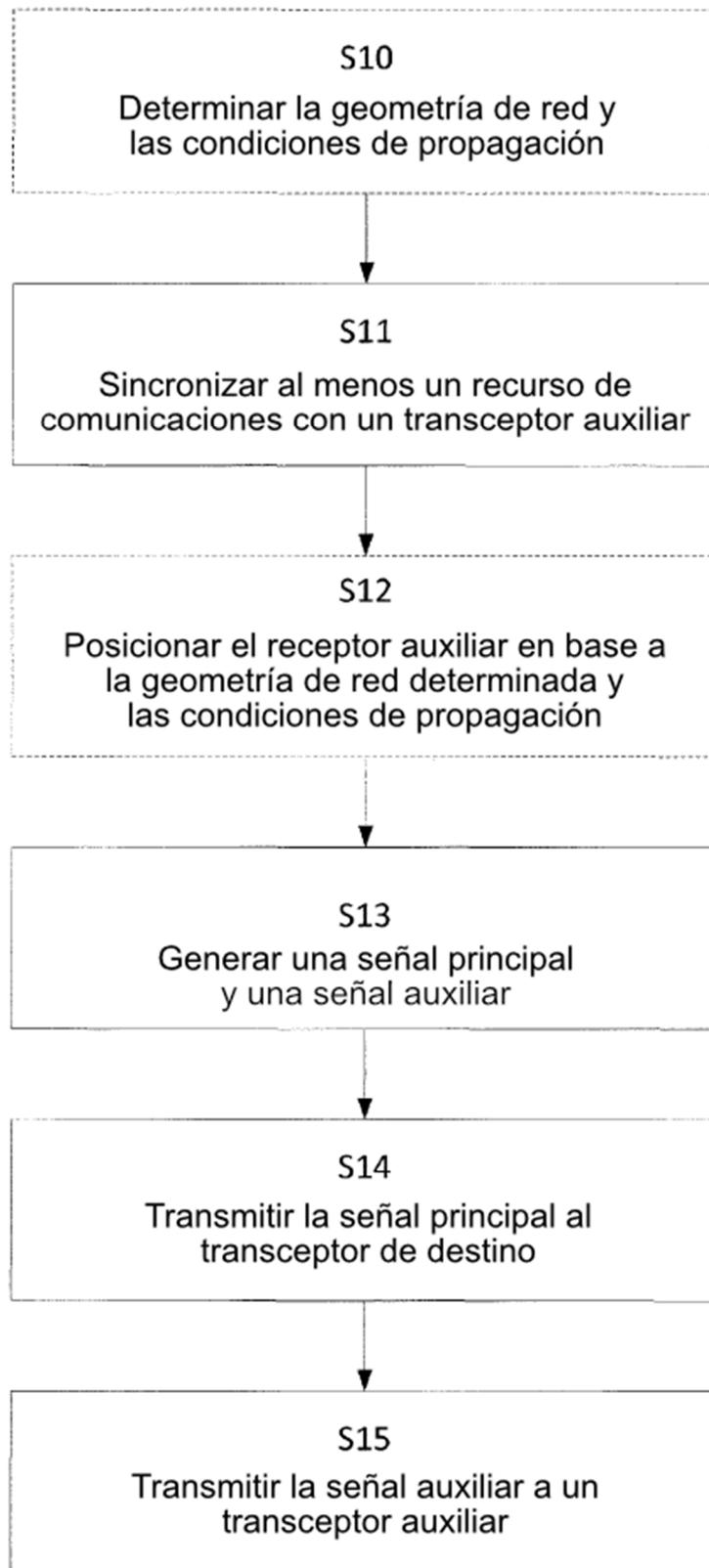


Fig. 3

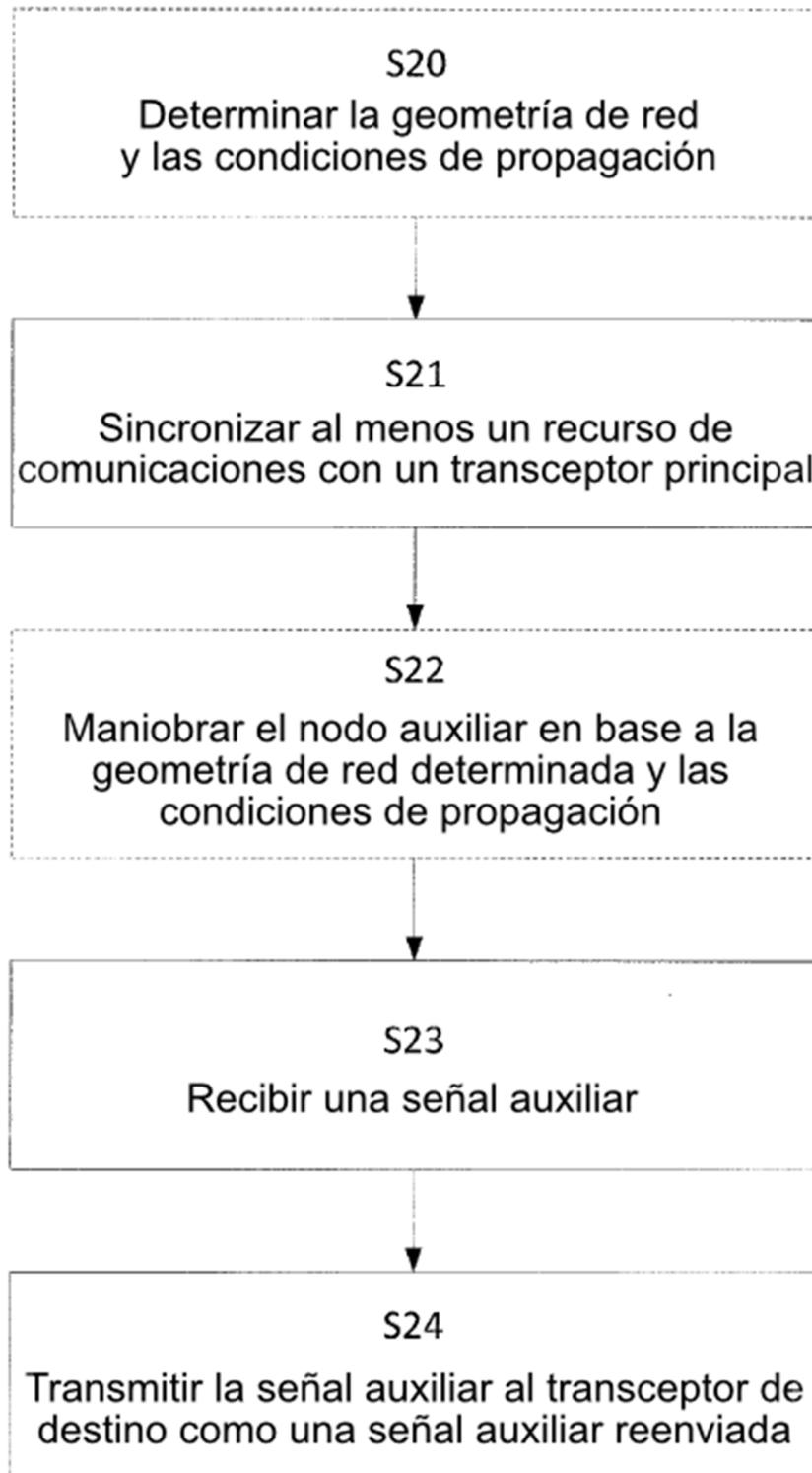


Fig. 4

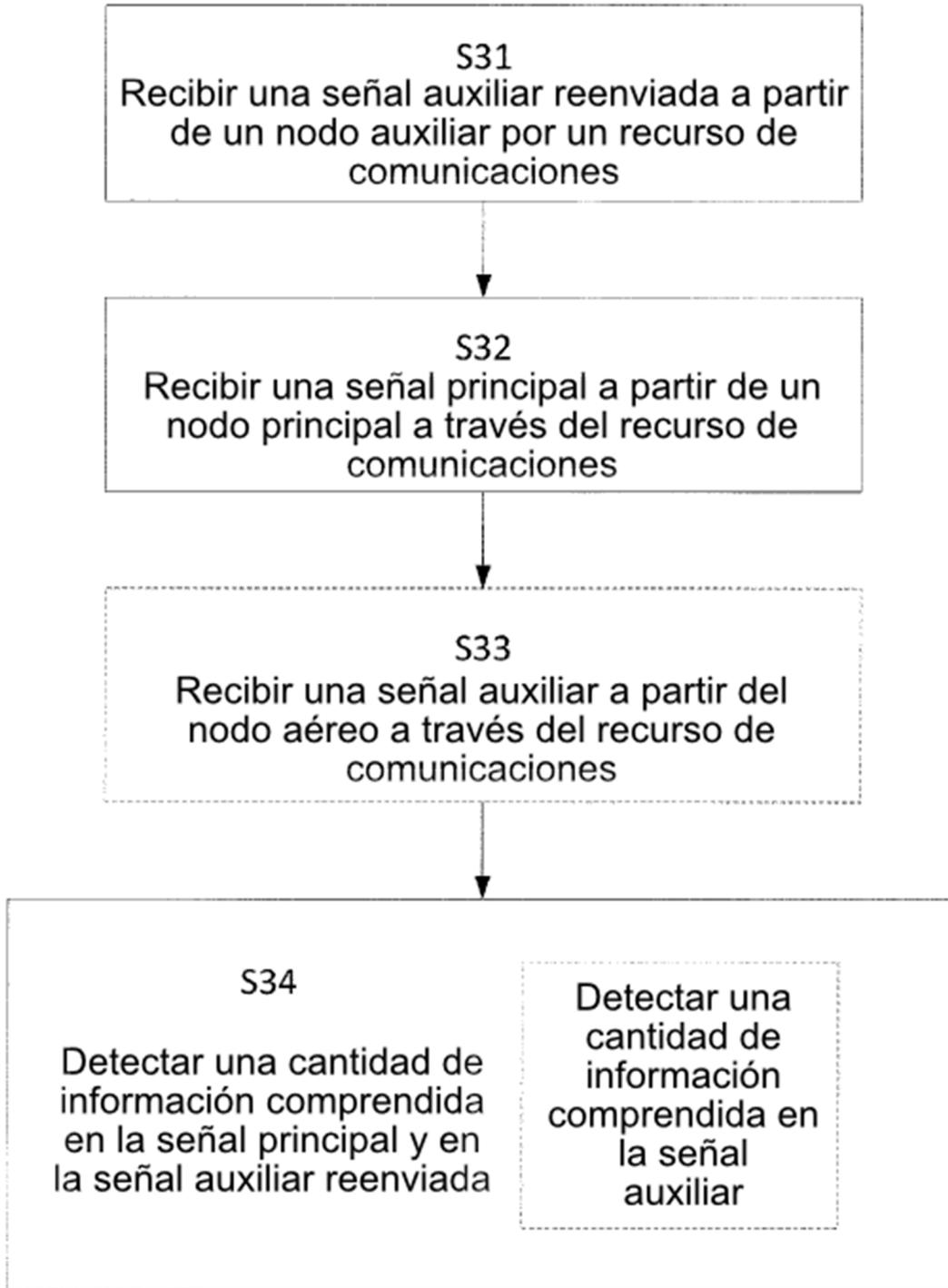


Fig. 5

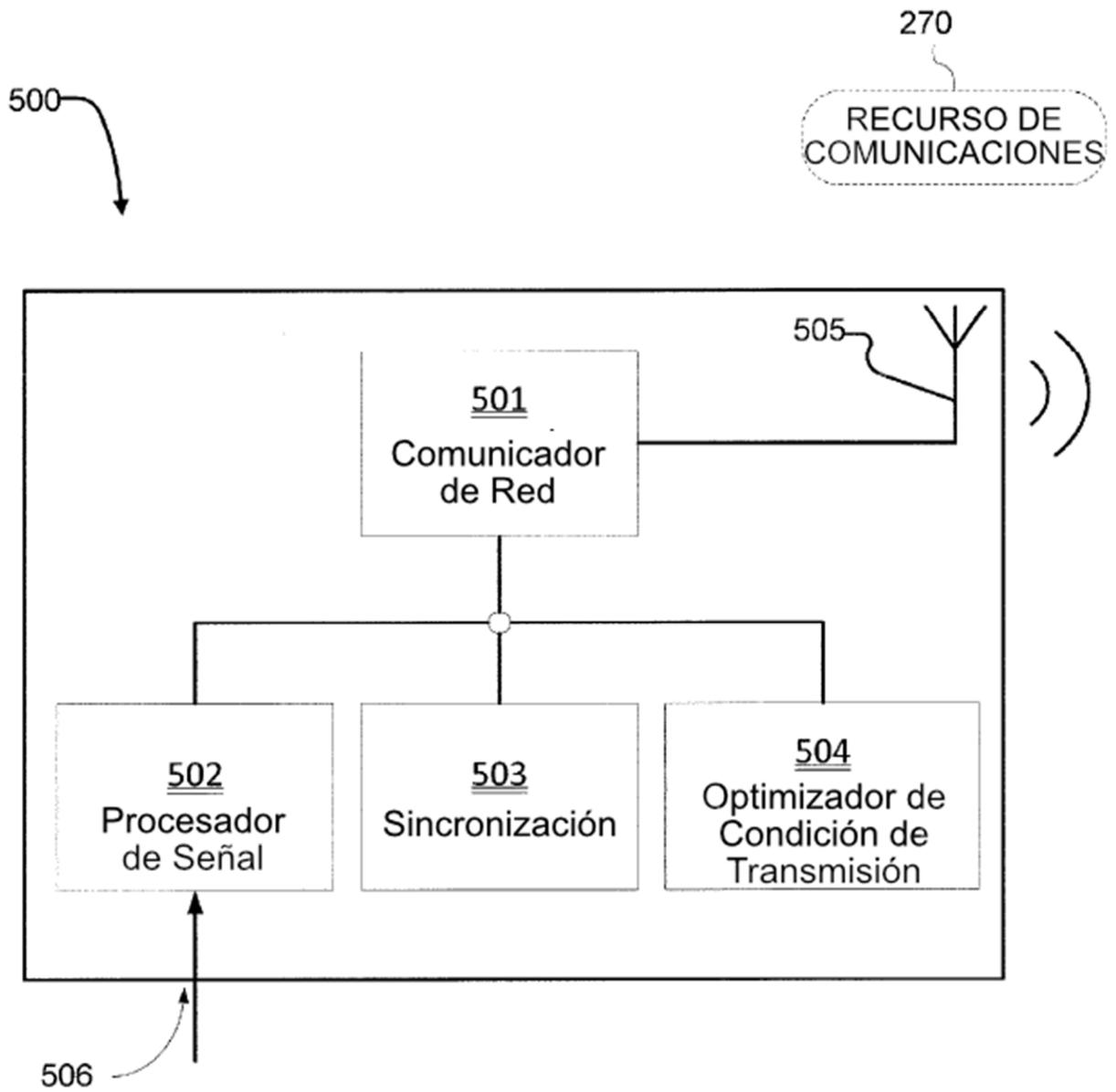


Fig. 6

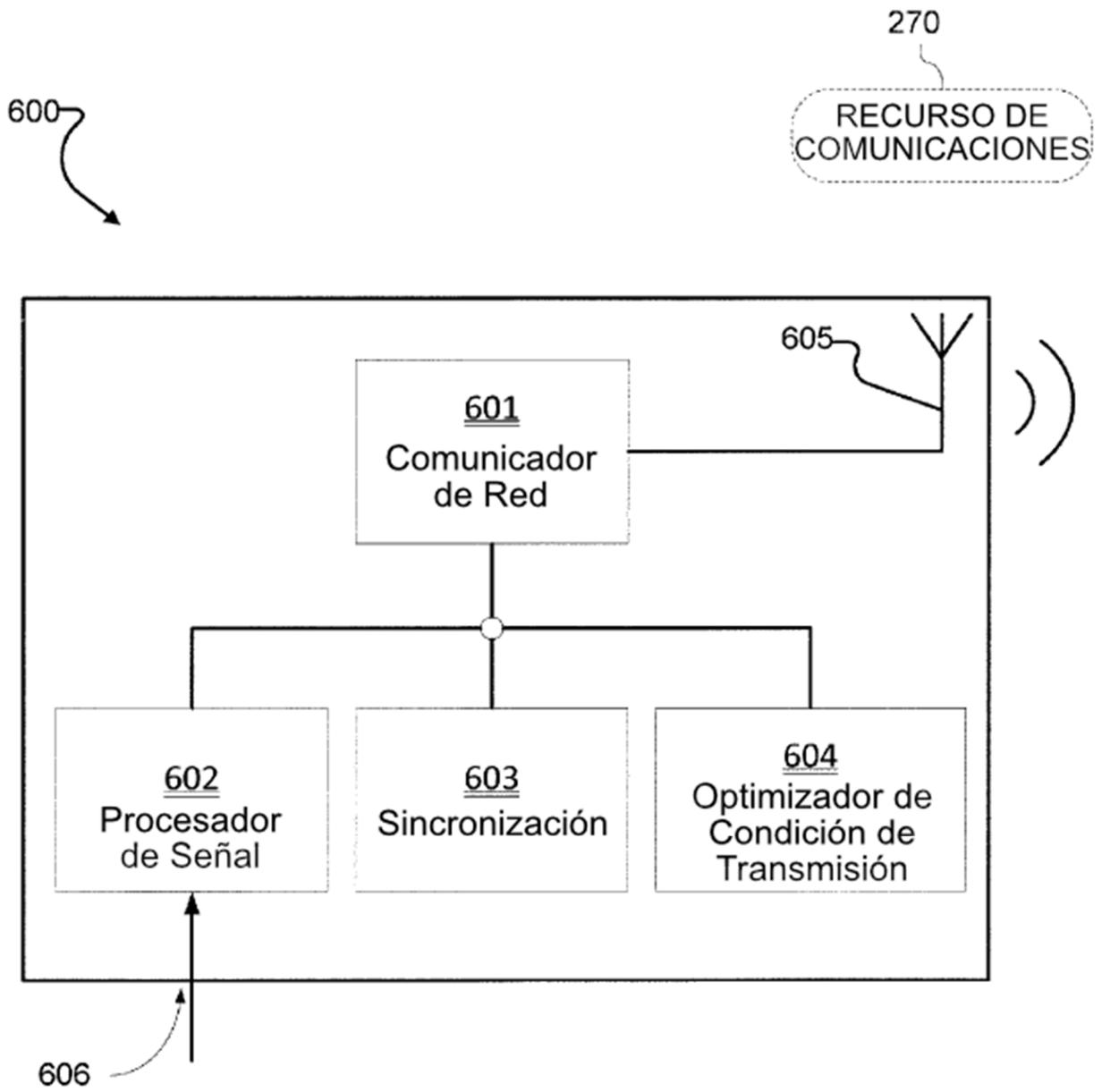


Fig. 7