

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 535**

51 Int. Cl.:

H04W 74/00 (2009.01)

H04W 74/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2013 PCT/SE2013/051250**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2015 WO15060758**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2013 E 13895828 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3061302**

54 Título: **Protocolo MAC para transmisiones directivas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2020

73 Titular/es:
**GUANGDONG OPPO MOBILE
TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD. (100.0%)
No. 18, Haibin Road,
Wusha, Chang'anDongguan,Guangdong 523860, CN**

72 Inventor/es:
**BALDEMAIR, ROBERT;
KRONANDER, JONAS;
HUI, DENNIS;
BALACHANDRAN, KUMAR y
BRAHMI, NADIA**

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 741 535 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

Protocolo MAC para transmisiones directivas

5 Campo técnico

La divulgación se refiere a sistemas de acceso por radio y más específicamente a métodos para acceso a medios en sistemas de acceso por radio. La divulgación se refiere adicionalmente a métodos para reservar y acceder a un medio compartido en sistemas de acceso por radio, así como a nodos de red inalámbrica.

10

Antecedentes

La comunicación celular actual se produce principalmente en bandas de frecuencia por debajo de 3 GHz. Sin embargo, aunque el LTE puede operar en anchos de banda de hasta 100 MHz por diseño, el futuro sistema de acceso por radio previsto funcionaría sobre anchos de banda del orden de 1 GHz. Claramente, dicho sistema no podría funcionar en bandas por debajo de 3 GHz. La banda más baja en la que la industria móvil puede albergar parcelas de espectro que exceden los 10-40 MHz de asignaciones contiguas típicas de la industria es probablemente superior a 3 GHz. Fuera de las regiones del espectro que son más prometedoras para la industria móvil, la región cm-Wave, CMW, desde 3-30 GHz y la región mm-Wave, MMW, desde 30-300 GHz son particularmente interesantes para sistemas móviles de próxima generación.

15

20

Adicionalmente, el esfuerzo de estandarización IEEE 802.11 está planeando enmiendas denominadas IEEE 802.11ac y IEEE 802.11ad eso permitirá una comunicación de alto rendimiento a través de anchos de banda tales como 160 MHz para el primero y 2 GHz para el último. La 802.11ac operará en las bandas CMW, tales como la banda ISM de 5 GHz, mientras que 802.11ad está apuntando a la banda sin licencia de 60 GHz.

25

Sin especificar la banda exacta en la que operaríamos el futuro sistema de acceso por radio, se supone que el próximo estándar operará sobre anchos de banda que varían desde 100 MHz y 2.5 GHz en despliegues densos.

30

El sistema resultante se puede utilizar en una variedad de escenarios:

1) Comunicaciones punto a punto para sistemas de radio de corto alcance

35

2) Enlaces de acceso para un sistema de Acceso de Radio Futuro, FRA, que proporciona conectividad de muy alta velocidad o

3) Enlaces de red de direccionamiento entre nodos densamente desplegados que proporcionan una tubería de alto rendimiento a la red central de un operador de red; esta red central se conectaría a la Internet y proporcionaría acceso a servicios de datos y multimedia.

40

Uno de los desafíos de operar a frecuencias MMW es la potencia recibida que disminuye con la frecuencia cuando se utilizan antenas omnidireccionales porque la apertura de la antena, que determina cuánta potencia se recibe, disminuye con la frecuencia de una antena omnidireccional y, por lo tanto, también la potencia recibida. Para superar este problema, se puede aumentar el área de la antena dando lugar a antenas directivas. Generalmente hablando, las antenas directivas y la formación de haces se convierten en un componente importante para la comunicación MMW.

45

CSMA/CD

50

Acceso Múltiple por Detección de Portadora/Prevención de Colisión, CSMA/CA, es un mecanismo de acceso a medios basado en contención utilizado en los estándares 802.11 para permitir la coordinación distribuida de los recursos entre los usuarios que compiten por el medio. En esta divulgación, CSMA/CD se conoce como un ejemplo de un protocolo MAC basado en contención. Por lo tanto, el CSMA/CD se describe brevemente.

55

La Figura 1 ilustra un protocolo de presentación de cuatro vías en un sistema CSMA/CA basado en Petición de Envío/Preparado para Enviar, RTS/CTS. En la figura 1, un primer nodo, usuario A, desea enviar un paquete de datos a otro nodo, usuario B. El usuario A luego envía una solicitud de envío, RTS, al receptor previsto. Si el receptor está listo para recibir, transmite un mensaje preparado para enviar CTS. Después de recibir el CTS, el remitente transmite el paquete. Todos los demás nodos que reciben el RTS o CTS se abstienen de la transmisión. Este mecanismo soluciona el problema del terminal oculto/expuesto, que se describe a continuación.

60

Para controlar el acceso al medio, CSMA/CA utiliza espacios entre tramas, IFS, durante los cuales un nodo tiene que esperar antes de detectar el canal y determinar si está libre. El estándar 802.11 especifica diferentes IFS para representar diferentes niveles de prioridad para el acceso al canal: cuanto más corto es el IFS, mayor es la prioridad. Por ejemplo, IFS Corto, SIFS, se utiliza para el reconocimiento inmediato de una trama de datos y la Función de

65

Coordinación Distribuida IFS, DIFS, se utiliza para obtener acceso al medio para transmitir datos, como se ilustra en la figura 1.

5 Adicionalmente, para permitir la detección de portadora virtual, cada trama de datos puede contener el tiempo necesario para su transmisión, que incluye el ACK, con base en esta información, otros nodos, en el presente documento el usuario C, mantendrán un Vector de Asignación de Red, que se muestra como NAV en la figura 1, para determinar cuando deberían sentir el medio nuevamente. El NAV se reduce por reloj y no se permite el acceso siempre que su valor sea superior a 0. El nodo volverá a detectar el medio después del NAV y el DIFS posterior.

10 Adicionalmente, para evitar situaciones en las que dos nodos transmiten al mismo tiempo y provocan una colisión, cada nodo debe esperar a que el medio se libere y luego invocar el mecanismo de retroceso. Para esto, cada nodo selecciona un intervalo de retroceso aleatorio, ilustrado por la casilla marcada en la figura 1, dentro de $[0, CW]$, en el que CW se llama ventana de contención y se inicializa a un valor CWmin.

15 El nodo disminuye el temporizador de retroceso cada intervalo de tiempo de inactividad hasta que el contador alcanza 0 y el nodo envía el paquete. El CWmin se duplica en cada colisión hasta que alcanza un umbral máximo llamado CWmax.

Formación de haz

20 La formación de haz es un conjunto general de técnicas para controlar el patrón de radiación de una señal de radio. Una forma de lograr esto es utilizar varios elementos de antena fija. El patrón de antena total se puede controlar al ajustar los pesos de transmisión de los componentes de señal que irradian desde cada elemento de antena individual. Los coeficientes de formación del haz se pueden calcular para dirigir la energía transmitida hacia la posición del receptor previsto, al tiempo que se reduce la cantidad de energía irradiada en direcciones no deseadas.

25 La formación del haz de transmisión es un habilitador clave para mejorar la capacidad y la eficiencia energética en una red celular y, por lo tanto, es de gran importancia en futuros sistemas de acceso por radio. La intensidad de la señal recibida aumenta debido al aumento de la ganancia de antena resultante de la operación de formación del haz. Al mismo tiempo, la interferencia se extiende sobre un área más pequeña, lo que normalmente reduce los niveles de interferencia para todos los usuarios del sistema. El aumento de la señal de interferencia y ruido, SINR, da como resultado velocidades de bits más altas y una mayor capacidad. Un SINR más alto en un sistema orientado a paquetes resulta en tiempos de transmisión de paquetes más cortos. Esto también ayuda a reducir el consumo de energía en el sistema, ya que los transmisores y receptores pueden ponerse en modo inactivo durante una mayor proporción de tiempo.

30 En la forma más simple, un patrón de radiación de antena se puede describir como apuntando en cierta dirección con un cierto ancho de haz. La dirección de la ganancia máxima del patrón de antena (usualmente denotado eje de puntería) puede describirse como un vector con un componente vertical (generalmente denotado elevación o inclinación de antena) y un componente horizontal (usualmente denotado acimut). El ancho del haz también tiene dos dimensiones, una vertical y otra horizontal.

35 La formación del haz de recepción utiliza la reciprocidad de las rutas de transmisión y recepción para aplicar la direccionalidad hacia el receptor. Al igual que la formación del haz de transmisión, una forma de lograr la directividad es utilizar una serie de elementos de antena fijos cuyas fases se controlan para dirigir la dirección del patrón de antena resultante.

40 La ganancia de una antena directiva (es decir, la ganancia por cuánto se amplifica la señal deseada sobre la señal de una antena omnidireccional) aumenta al disminuir el ancho del haz. Cuanto más estrecho sea el haz generado, mayor será la ganancia de la antena.

45 Un problema bien conocido de contención se basa en los protocolos MAC cuando se utilizan junto con la formación de haces son nodos ocultos. Véase las figuras 2a y 2b para una ilustración gráfica. En la figura 2a, dos transmisores, 20a y 20b, compiten por el medio y, por lo tanto, escuchan el medio, pueden no escucharse debido a las transmisiones directivas del otro. En el nodo 10a de destino, dado que ambos nodos se quieren comunicar con el mismo nodo, dirigen sus haces respectivos hacia el receptor común, se produce una colisión.

50 Una posible forma bien conocida de mitigar este problema es que cada transmisor envía antes de la transmisión directiva una señal piloto omnidireccional como se ilustra en la figura 2b. Por ejemplo, el RTS y CTS descritos anteriormente se pueden implementar como pilotos omnidireccionales. El transmisor contendiente en el vecindario puede escuchar la transmisión de piloto omnidireccional y abstenerse de acceder al medio.

55 Un inconveniente de esta solución es que puede ser demasiado pesimista: evita todas las transmisiones simultáneas en un vecino que utiliza los mismos recursos. Si todas las transmisiones están destinadas al mismo nodo de recepción, esto también es deseable. Y se evitan todas las transmisiones en el vecindario hasta que finalice la secuencia completa de intercambio de mensajes (como se describió anteriormente en la descripción del NAV). Sin

embargo, si no todas las transmisiones están destinadas al mismo nodo de recepción, este enfoque se vuelve demasiado pesimista ya que incluso se evitan las transmisiones que no colisionan, véase figura 3. En la figura 3, dos equipos 20a, 20b de usuario desean comunicarse con dos nodos 10a, 10b de acceso, respectivamente. Como se dirige a diferentes direcciones, sus transmisiones no chocan. Sin embargo, las señales piloto omnidireccionales enviadas por los equipos 20a, 20b de usuario son escuchadas por los equipos 20b, 20a de usuario, respectivamente, y por lo tanto ambos equipos de usuario aplican un retroceso aleatorio de acuerdo con el protocolo MAC.

El documento US 2003/0152086 A1 describe un método que se refiere al uso de nodos de comunicación direccionales que envían señales de comunicación en direcciones específicas para minimizar la interferencia con las de otros nodos.

Resumen

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un método como se establece en la reivindicación 1, un método como se establece en la reivindicación 5, un nodo como se establece en la reivindicación 13 y un sistema como se establece en la reivindicación 14. Las realizaciones de la invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes. En esta divulgación delineamos varios enfoques sobre cómo hacer que la reserva de medios sea más eficiente, es decir, cómo adoptarla de tal manera que solo se eviten las transmisiones directas en colisión. De acuerdo con un aspecto, la divulgación se refiere a un método, realizado en un primer nodo en un sistema de comunicación inalámbrica, para acceder a un medio compartido, para transmisión de señal directiva desde el primer nodo, el método comprende tres etapas. La primera etapa es recibir, desde un segundo nodo, una señal piloto que anuncia una transmisión de señal directiva hacia o desde el segundo nodo. La segunda etapa es predecir con base en la información en la señal piloto recibida, una tasa de colisión entre una transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva, la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión anunciada de señal directiva, en la que la etapa de predecir la tasa de colisión comprende estimar la interferencia entre la transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva hacia o desde el segundo nodo y la tercera etapa es acceder al medio compartido con base en la tasa de colisión predicha. El método propuesto mitiga el problema de los nodos ocultos para transmisiones directivas, por ejemplo, porque, a diferencia de la técnica anterior, la señal piloto comprende información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión de señal directiva anunciada, lo que da como resultado (en el espacio) reservas de medio más confinadas. Las reservas de medios más estrechas normalmente resultan en menos tiempo de espera y más oportunidades de transmisión, lo que aumenta el rendimiento del sistema.

De acuerdo con un aspecto, la transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva se superponen por lo menos parcialmente en el dominio del tiempo. Con la técnica propuesta, las transmisiones superpuestas en el dominio del tiempo pueden coexistir siempre que los recursos del canal no interfieran. O por lo menos mientras la interferencia esté por debajo de cierto nivel. Al utilizar la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión de señal directiva anunciada, que se incluyen en una señal piloto, un nodo de transmisión puede predecir una tasa de colisión y acceder a los medios de manera eficiente.

De acuerdo con un aspecto, la etapa de predecir una tasa de colisión comprende estimar la interferencia entre la transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva entre el segundo nodo y por lo menos un nodo adicional. Al estimar la interferencia un nodo de transmisión puede comparar la interferencia con un nivel de aceptación predefinido y decisiones base en la comparación.

De acuerdo con un aspecto, el método para acceder a un medio compartido comprende adicionalmente la etapa de adoptar la transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo con el fin de evitar la colisión entre la transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva entre el segundo nodo y por lo menos un nodo adicional. Debido a que la transmisión se puede adoptar en el espacio y/o tiempo y/o frecuencia, es posible una asignación de recursos aún más efectiva.

De acuerdo con un aspecto, la predicción se basa en una identidad de origen y/o destino de la transmisión de señal directiva entre el segundo nodo y por lo menos un nodo adicional, comprendido en la señal piloto. El uso de identidades puede ayudar a un nodo de recepción para determinar la tasa de colisión.

De acuerdo con un aspecto, la predicción se basa en información espacial de la transmisión de señal directiva entre el segundo nodo y por lo menos un nodo adicional, comprendido en la señal piloto.

De acuerdo con un aspecto, la predicción se basa en información de frecuencia de la transmisión de señal directiva entre el segundo nodo y por lo menos un nodo adicional, comprendido en la señal piloto. Al saber qué frecuencia se utiliza para una transmisión, una forma de evitar una colisión es utilizar otra frecuencia.

De acuerdo con un aspecto, la divulgación se refiere a un método, realizado en un sistema de comunicación inalámbrica que comprende un primer nodo y un segundo nodo, para reservar un medio compartido para transmisión

de señal directiva hacia o desde el segundo nodo y acceder al medio compartido para la transmisión de señal directiva desde el primer nodo. El método comprende las siguientes etapas. La primera etapa es configurar, en el segundo nodo, una señal piloto para anunciar una transmisión directiva. La segunda etapa es incluir, en el segundo nodo, en la señal piloto la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión anunciada de señal directiva. La tercera etapa es transmitir, en el segundo nodo, la señal piloto para reservar el medio compartido al primer nodo. La cuarta etapa es recibir, en el primer nodo desde el segundo nodo, la señal piloto que anuncia la transmisión de señal directiva hacia o desde el segundo nodo. La quinta etapa es predecir en el primer nodo, con base en la información en la señal piloto recibida, la tasa de colisión entre la transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva, la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión anunciada de señal directiva, en la que la etapa de predecir la tasa de colisión comprende estimar la interferencia entre la transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva hacia o desde el segundo nodo y la sexta etapa es acceder al medio compartido con base en la tasa de colisión predicha.

De acuerdo con un aspecto, la presente divulgación se refiere a un primer nodo en un sistema de comunicación inalámbrica. El primer nodo se configura para acceder a un medio compartido, para transmisión de señal directiva desde el primer nodo hasta por lo menos un nodo adicional sobre un medio compartido. El primer nodo comprende una unidad de comunicación y circuitos de procesamiento. Los circuitos de procesamiento se adaptan para recibir, utilizando la unidad de comunicación, de un segundo nodo, una señal piloto que anuncia una transmisión de señal directiva hacia o desde el segundo nodo.

Los circuitos de procesamiento se configura adicionalmente para predecir, con base en la información en la señal piloto recibida una tasa de colisión entre una transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva, la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión anunciada de señal directiva y acceder, utilizando la unidad de comunicación, el medio compartido con base en la tasa de colisión predicha.

De acuerdo con un aspecto, la divulgación se refiere a un sistema de comunicación inalámbrica que comprende un primer nodo y un segundo nodo, el segundo nodo se configura para reservar un medio compartido para transmisión de señal directiva entre el segundo nodo y por lo menos un nodo adicional sobre el medio compartido. El primer nodo se configura para acceder al medio compartido, para transmisión de señal directiva desde el primer nodo hasta por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional sobre el medio compartido. Adicionalmente, el segundo nodo comprende una unidad de comunicación y circuitos de procesamiento. Los circuitos de procesamiento se adaptan para configurar una señal piloto para anunciar una transmisión directiva. Los circuitos de procesamiento se adaptan adicionalmente para incluir en la señal piloto la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión anunciada de señal directiva. Los circuitos de procesamiento se adaptan adicionalmente para transmitir, utilizando la unidad de comunicación, la señal piloto para reservar el medio compartido. Adicionalmente, el primer nodo comprende de una unidad de comunicación y circuitos de procesamiento. Los circuitos de procesamiento se adaptan para recibir desde el segundo nodo, la señal piloto que anuncia la transmisión de señal directiva hacia o desde el segundo nodo, utilizando la unidad de comunicación. Los circuitos de procesamiento se adaptan adicionalmente para predecir una tasa de colisión entre una transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva, la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión anunciada de señal directiva, en la que la tasa de colisión se predice al estimar la interferencia entre la transmisión de señal directiva destinada desde el primer nodo y la transmisión anunciada de señal directiva hacia o desde el segundo nodo. Adicionalmente, los circuitos de procesamiento se adaptan para acceder al medio compartido con base en la tasa de colisión predicha.

Los nodos están además adaptados para implementar las variantes de la divulgación descrita en relación con los métodos anteriores.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra el protocolo de presentación TS/CTS para evitar colisiones en CSMA/CA

La Figura 2a ilustra el problema del nodo oculto.

La Figura 2b ilustra el uso de señales piloto omnidireccionales para reducir el problema del nodo oculto.

La Figura 3 ilustra los pilotos omnidireccionales que evitan las transmisiones incluso cuando las transmisiones directivas no colisionan.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas del método ejecutados en un nodo que recibe un piloto de acuerdo con un aspecto de la divulgación.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas del método ejecutados en un nodo que transmite un piloto de acuerdo con un aspecto de la divulgación.

La Figura 6a ilustra la señal piloto omnidireccional que contiene una identidad de acuerdo con un aspecto.

La Figura 6b ilustra cómo los nodos cercanos por radio se pueden asignar a una identidad de grupo.

La Figura 7 ilustra la reserva de un medio utilizando información espacial de acuerdo con un aspecto de la divulgación.

Las Figuras 8a y 8b son ilustraciones visuales de la información transmitida en una señal piloto y la reserva espacial resultante.

La Figura 9 ilustra la transmisión de señales piloto omnidireccionales desde el destino.

La Figura 10a ilustra la temporización, cuando el recurso de radio designado para las señales piloto son instancias de tiempo o intervalos de tiempo que son diferentes de los de la transmisión de datos direccional.

La Figura 10b ilustra la información incluida en los pilotos omnidireccionales de acuerdo con un aspecto de la divulgación.

La Figura 11a es un diagrama de bloques que ilustra un nodo que recibe una señal piloto.

La Figura 11b es un diagrama de bloques que ilustra un nodo que transmite una señal piloto.

La Figura 12 ilustra la estructura de frecuencia de tiempo de los pilotos omnidireccionales

Descripción detallada

El objeto general o idea de las realizaciones de la presente divulgación es abordar por lo menos una o algunas de las desventajas con las soluciones de la técnica anterior descritas anteriormente, así como a continuación. Las diversas etapas que se describen a continuación en relación con las Figuras se deben entender principalmente en un sentido lógico, mientras que cada etapa puede involucrar la comunicación de uno o más mensajes específicos dependiendo de la implementación y los protocolos utilizados.

En esta solicitud se presentan varios enfoques, en los que se utilizan señales piloto para la reserva de medios. De acuerdo con la técnica propuesta, los pilotos contienen información adicional, tal como ID de nodo de acceso, información de ubicación, etc. Los diferentes tipos de información adicional pueden estar comprendidos en las señales piloto en cualquier combinación, dependiendo de la implementación. Esta información adicional habilita un posible transmisor en colisión al recibir la señal piloto para determinar si también las transmisiones directivas desde el nodo de recepción colisionarían o solo los pilotos.

La técnica presentada aborda los sistemas de acceso por radio basados en contención como se describió anteriormente. Este sistema de comunicación normalmente opera en la banda de súper alta frecuencia por encima de 3 GHz.

Las realizaciones de la presente divulgación están dirigidas en general a un sistema CSMA/CD como se describió anteriormente. Sin embargo, se debe entender que el mismo principio es aplicable en otros sistemas, en los que los nodos compiten por un canal. Dicho sistema puede comprender transmisiones programadas y basadas en contención en cualquier combinación. La solución propuesta permite una reutilización espacial más eficiente que la posible en soluciones de la técnica anterior. La técnica es aplicable para su uso en cualquier protocolo MAC, en particular en cualquiera de los protocolos MAC especificados en los estándares IEEE 802.11. En algunos casos, la técnica propuesta solo se puede utilizar en un determinado aspecto, por ejemplo, solo durante el acceso inicial, de un sistema de comunicación que tiene modos de operación programados y basados en contención. Incluso se puede utilizar en un escenario dinámico de intercambio de espectro (sobre espectro sin licencia o compartido con uso registrado), en el que coexisten múltiples sistemas de comunicación diferentes donde el único conocimiento común es donde se encuentra un canal piloto común. La divulgación es en particular aplicable, pero no se limita a situaciones en las que se utilizan transmisiones de comunicación directiva.

Como los entornos circundantes de un transmisor y su receptor pueden ser bastante diferentes entre sí, tratar de hacer inferencia sobre la presencia de un nodo de destino cercano a partir de la transmisión de un nodo de origen a menudo puede llevar a una conclusión errónea. El medio puede protegerse más eficazmente a través de pilotos omnidireccionales transmitidos por el nodo de destino, es decir, el receptor previsto de la transmisión direccional, en lugar del nodo de origen.

Las señales piloto se refieren en general a las señales transmitidas a través de un sistema de comunicaciones con fines de supervisión, control, equalización, continuidad, sincronización o referencia. Los pilotos se pueden transmitir desde el nodo de origen y/o el nodo de destino de un enlace de transmisión. Los pilotos descritos en esta solicitud

normalmente sirven para anunciar una transmisión futura o en curso a fin de reservar un medio compartido y evitar colisiones y/o interferencias. De acuerdo con un ejemplo típico, la señal piloto es una solicitud para transmitir datos, RTS, descritos anteriormente, que se transmiten antes de la transmisión de datos real.

5 De acuerdo con un aspecto de la divulgación, las señales piloto a las que se hace referencia en las realizaciones a continuación comprenden un mensaje preparado para enviar. Como se describió anteriormente, CTS se puede enviar en respuesta a una solicitud de envío, RTS. El CTS puede considerarse una señal piloto en el sentido de que anuncia la transmisión de datos reconocida.

10 Los pilotos se pueden transmitir en forma omnidireccionales o de haces. Para garantizar un alcance similar de transmisiones formadas por haces (directivas) y señales de piloto omnidireccionales, esta última debe ser larga para garantizar que un receptor las reciba con suficiente energía para permitir la decodificación. Sin embargo, para no desperdiciar demasiados recursos del sistema, se propone hacer que las señales piloto omnidireccionales se estrechen en el dominio de la frecuencia y el tiempo suficiente.

15 Ahora se describirá un método de ejemplo, realizado en un primer nodo en un sistema de comunicación inalámbrico, para acceder a un medio compartido para la transmisión de señal directiva desde el primer nodo en relación con el diagrama de flujo de la Figura 4. El método se realiza por ejemplo en un sistema de la Figura 3 en el que dos nodos 20a, 20b, en este dic equipos de usuario, están a punto de transmitir datos a un punto 10a, 10b de acceso respectivo en el sistema de comunicación inalámbrico. Como se describió anteriormente, los equipos 20a y 20b de usuario escucharían los pilotos de cada uno. Por lo tanto, de acuerdo con la técnica anterior, en este escenario ambos pueden abstenerse de enviar. El método propuesto supera este problema. El método consta de tres etapas.

20 La primera etapa es, recibir S1 desde un segundo nodo 20a, una señal 30a piloto que anuncia una transmisión 40a de señal directiva hacia o desde el segundo nodo 20a. La señal piloto contiene información adicional que define los recursos del canal utilizados por la transmisión 40a de señal directiva anunciada, tal como ID de nodo de acceso, información de ubicación, etc. Los recursos de canal utilizados son la parte física de los medios correspondientes a la transmisión directiva que realmente utiliza la transmisión anunciada. Por lo tanto, los recursos físicos corresponden, por ejemplo, a un área de cobertura física y frecuencia y/o tiempo de la transmisión. Sin embargo, la información no debe ser los parámetros físicos como tales, sino que también puede ser otro parámetro, por ejemplo, un identificador, que permite al nodo de recepción sacar conclusiones con respecto a los recursos del canal. Por lo tanto, esta información adicional permite que un transmisor en colisión potencial cuando reciba la señal del piloto determine si también las transmisiones directivas colisionarían o solo los pilotos. Por lo tanto, la señal piloto comprende información que un nodo de recepción interpreta para obtener más datos sobre la transmisión anunciada. La transmisión anunciada puede dirigirse hacia o desde el segundo nodo que anuncia la transmisión, como se describirá más adelante.

25 La segunda etapa es predecir S2 en base a la información en la señal 30a piloto recibida, una tasa de colisión entre una transmisión 40b de señal directiva prevista desde el primer nodo 20b y la transmisión 40a de señal directiva anunciada. La tasa de colisión corresponde a cuánto se ve afectada la transmisión anunciada por una transmisión prevista. Dos transmisiones que no se superponen en el espacio y/o el tiempo y/o la frecuencia no colisionan. La tasa de colisión puede predecirse, por ejemplo, haciendo un cálculo de interferencia como se describirá a continuación. La tasa de colisión es normalmente alta para las transmisiones que tienen el mismo destino.

40 De acuerdo con un aspecto, la transmisión 40b de señal directiva prevista desde el primer nodo 20b y la transmisión 40a de señal directiva anunciada se solapan por lo menos en parte en el dominio del tiempo. Las transmisiones superpuestas en el dominio del tiempo pueden coexistir mientras los recursos del canal no interfieran, o por lo menos mientras la interferencia esté por debajo de cierto nivel. Mediante el uso de información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión de señal directiva anunciada, que se incluyen en una señal piloto, un nodo de transmisión puede predecir una tasa de colisión y acceder a los medios de manera eficiente.

45 De acuerdo con un aspecto, la etapa de predecir S2 una tasa de colisión comprende estimar la interferencia entre la transmisión de señal directiva prevista desde el primer nodo 20b y la transmisión de señal directiva anunciada entre el segundo nodo y el por lo menos un nodo adicional. La interferencia prevista se puede utilizar como una medida de la tasa de colisión. En principio, si la interferencia es alta, la tasa de colisión también será alta. Por lo tanto, los nodos harán cálculos geométricos para concluir si sus transmisiones previstas interferirán o no. La forma y la implementación de estos cálculos no forma parte de la presente divulgación.

50 La tercera etapa es acceder S3 a los medios compartidos en función de la tasa de colisión prevista. Acceder a los medios normalmente comprende la transmisión de señales. Esto puede ser como una solicitud de envío, RTS o como una transmisión que no está precedida por un RTS. De acuerdo con un aspecto, el método para acceder a un medio compartido, además comprende la etapa de adoptar, la etapa S2b en la Figura 4, la transmisión de señal directiva deseada desde el primer nodo para evitar la colisión entre la transmisión de señal directiva deseada desde el primer nodo y la transmisión de señal directiva anunciada entre el segundo nodo y por lo menos un nodo adicional. Luego la transmisión se adopta antes de la transmisión para mantener la interferencia por debajo de un

nivel predeterminado. Esto puede implicar adoptar el haz o las propiedades espaciales de la señal. La adopción también puede estar en el dominio del tiempo y/o frecuencia.

5 De acuerdo con un aspecto, la predicción S2 se basa en información de frecuencia de la transmisión de señal
 10 directiva entre el segundo nodo 20a y por lo menos un nodo 10a adicional, comprendido en la señal 30a piloto. La
 información de frecuencia también se puede utilizar para determinar la interferencia. La información de frecuencia
 indica, por ejemplo, a qué frecuencia (banda, subbanda o conjunto de subportadoras) está utilizando la transmisión
 anunciada. Es decir, en qué frecuencia (banda, subbanda o conjunto de subportadoras) el transmisor intenta
 transmitir la próxima transmisión. La información de frecuencia está presente en la señal piloto para limitar la reserva
 solo a los recursos de comunicación relevantes y permitir que se realicen otras transmisiones concurrentes en otros
 recursos.

15 De acuerdo con un aspecto, la predicción S2 se basa en una identidad de origen y/o destino de la transmisión de
 señal directiva entre el segundo nodo 20a y por lo menos un nodo 10a adicional, comprendido en la señal 30a piloto.
 Ahora se describirá un ejemplo de uso de información de identidad haciendo referencia a las Figuras 6a y 6b.

20 Como se muestra en la Figura 3, la reserva de medios basada en la señalización piloto omnidireccional es
 generalmente pesimista, porque en las soluciones de la técnica anterior un nodo siempre se abstendrá de enviar
 cuando escuche una señal piloto de otro nodo. Por lo tanto, cuando se utilizan pilotos omnidireccionales, incluso las
 transmisiones dirigidas hacia diferentes nodos de acceso se bloquearán, incluso si las transmisiones directivas no
 colisionan. De acuerdo con este aspecto de divulgación, por lo tanto, se propone incluir en las señales piloto la
 identidad del nodo de acceso con el que el nodo de transmisión pretende comunicarse. Por lo tanto, de acuerdo con
 este aspecto, la identidad es una identidad de nodo. Esto se ilustra en la Figura 6a, en la que el segundo nodo 20a
 25 envía un piloto 30a omnidireccional, que comprende una identidad 31a que tiene el valor G1 y en el que el primer
 nodo 20b envía un piloto 30b omnidireccional, que comprende una identidad 31b que tiene un valor G2. Un nodo de
 recepción que recibe la señal piloto omnidireccional solo se abstendrá de realizar una transmisión si la identidad del
 nodo de acceso recibido coincide con el propio nodo de acceso objetivo, de lo contrario transmitirá.

30 Un requisito previo para que esta idea funcione es que cada nodo de acceso tenga una identidad asignada. Por
 ejemplo, en una red celular LTE, esta identidad podría estar (o basarse) en la identidad celular de la capa física. En
 una red WLAN tal como una red Wi-Fi, esta identidad podría ser (o basarse en) la dirección MAC del punto de
 acceso (dirección IEEE de 48 bits), o un número predeterminado P de los bits menos significativos de la dirección IP,
 los bits P que cubren el tamaño máximo de la subred o el número máximo de vecinos más cercanos esperados. Un
 35 nodo de acceso que se une a una red obtiene como parte del procedimiento de asociación (con la red) dicha
 identidad.

Aunque esbozado hasta ahora desde un punto de vista de transmisión de terminal a nodo de acceso, esta idea se
 puede generalizar a las transmisiones de nodo a terminal de acceso, o más general incluso a las transmisiones de
 40 cualquier nodo a cualquier nodo. No importa qué transmisiones conduzcan a colisiones en qué nodo, cualquier
 colisión es mala. Por lo tanto, cada nodo (terminales, nodos de acceso, relés, etc.) se asocian con una identidad. Si
 el nodo A tiene la intención de comunicarse con el nodo B, enviará una señal piloto omnidireccional, que incluye la
 identidad B. Cualquier nodo que escuche esta transmisión se abstendrá de realizar una transmisión al nodo B, pero
 no de otra manera. Cada nodo que se une a una red obtendrá su identidad durante el procedimiento de asociación.
 Además de la identidad del nodo, incluso la duración para la que se reserva el medio puede incluirse en la señal
 45 piloto omnidireccional.

En otra variante de esta realización, la identidad de nodo es una identidad de grupo de un grupo de nodos en el
 sistema de comunicación inalámbrico. Por lo tanto, la identidad que representa un grupo de nodos se transmite con
 50 la señal piloto omnidireccional. Si dos nodos están (por radio) cerca uno del otro, las transmisiones dirigidas a cada
 uno de ellos pueden interferir entre sí, aunque los nodos de destino sean diferentes. Por lo tanto, se propone
 agrupar nodos cercanos (por radio) en grupos e incluir esta identidad de grupo en la señal piloto omnidireccional. Un
 nodo puede pertenecer incluso a múltiples grupos; para nodos fijos o estáticos, esto puede corresponder
 normalmente a nodos de agrupación que están cercanos a lo largo de un acimut particular o un identificador de haz
 particular asociado con una determinada dirección de transmisión. Los nodos móviles pueden combinar varias
 55 direcciones posibles de transmisión en un solo identificador de grupo, siendo la asociación omnidireccional una
 extensión natural y trivial que abarca todas las direcciones direccionables. Véase la Figura 6b para ver una
 ilustración gráfica de cinco nodos que se agrupan en dos grupos.

60 En la Figura 6b, la posible colisión de transmisiones simultáneas entre UE1 a UE4 y UE2 a UE5 se evita al introducir
 los identificadores de grupo.

La asignación de nodos en grupos es parte de unirse a una red. Un ejemplo de cómo realizar la agrupación podría
 basarse en la métrica de ganancia de ruta entre nodos, es decir, los nodos con pequeñas ganancias de ruta entre sí
 se basan en el mismo grupo. Existen varios métodos de cómo obtener la matriz de ganancia de ruta o incluso otros
 65 métodos de cómo realizar la agrupación que están fuera del alcance de esta divulgación.

ES 2 741 535 T3

Un ejemplo de implementación de cómo asignar identificadores de grupo es ejecutar las siguientes etapas:

- 5 1. Comience midiendo la matriz de ganancia de ruta de los enlaces entre todos los nodos en el sistema; El caso con múltiples direcciones de transmisión puede manejarse al virtualizar cada nodo en múltiples nodos, cada dirección (que podría ser un haz o un grupo de haces o incluso cualquier dirección dentro de una cierta distancia cordal lejos de un centroide elegido) que corresponde a un nodo lógico particular.
2. Introduzca un parámetro umbral T.
- 10 3. Varíe el parámetro de umbral y aplíquelo a los enlaces en la matriz de ganancia de ruta, es decir, todos los enlaces con una ganancia mayor que T se marcan por un indicador, lo que da como resultado, por ejemplo, una matriz de indicador booleano para ser verdad. El umbral podría elegirse de modo que aproximadamente el 50% de los enlaces estén marcados por un indicador.
- 15 4. Asigne una ID de grupo única a un primer UE.
5. Asigne la misma ID de grupo única a todos los UE que están conectados, como se indica a través de la matriz del indicador, al primer UE.
- 20 Repita las etapas 4 y 5 para todos los UE. (Cada UE ahora tendrá varios ID), en la Figura 6b:

UE1 tendrá los ID 1, 3, 4
 UE2 tendrá los ID 2, 4, 5
 UE3 tendrá los ID 1, 3, 4
 25 UE4 tendrá los ID 1, 3, 4, 2, 5
 UE5 tendrá los ID 2, 4, 5

Analice la estructura de la matriz del indicador, haga que bloquee la diagonal si es posible para encontrar el número de ID de grupo único que se necesita. En el caso de la Figura 6b, solo se necesitan 2 números.

La siguiente matriz ilustra el proceso de asignación de ID de grupo aplicado al caso de la Figura 6b anterior.

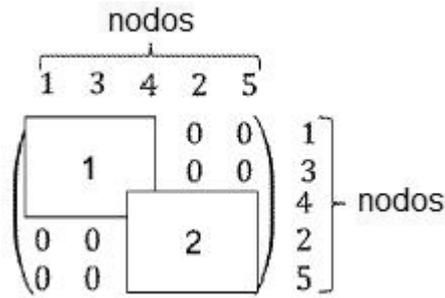
$$\begin{array}{c}
 \text{nodos} \\
 \hline
 \begin{array}{ccccc}
 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\
 \left(\begin{array}{ccccc}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 0 & 1 & 0 & 1 & 1
 \end{array} \right) & \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{c} \text{nodos} \\ \hline \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \left(\begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right) & \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \right\} \text{ nodos}
 \end{array}$$

- 35 Desde la primera matriz se intercambian filas y columnas.

$$\begin{array}{c}
 \text{nodos} \\
 \hline
 \begin{array}{ccccc}
 1 & 3 & 4 & 2 & 5 \\
 \left(\begin{array}{ccccc}
 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 1 & 1 & 1
 \end{array} \right) & \begin{array}{l} 1 \\ 3 \\ 4 \\ 2 \\ 5 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{c} \text{nodos} \\ \hline \begin{array}{ccccc} 1 & 3 & 4 & 2 & 5 \\ \left(\begin{array}{ccccc} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{array} \right) & \begin{array}{l} 1 \\ 3 \\ 4 \\ 2 \\ 5 \end{array} \right\} \text{ nodos}
 \end{array}$$

Luego se pueden crear dos grupos al dar a los nodos adyacentes el mismo número que se ilustra a continuación.

40



Por lo tanto, en este ejemplo se crean dos grupos 1, 2, que también se ilustra en la Figura 6b.

- 5 En una variante de esta divulgación, el nodo de recepción previsto responde con una señal piloto omnidireccional que incluye su propia identidad y potencialmente cuánto tiempo estará reservado el medio. Esto evita que otros nodos envíen al nodo de recepción que ha estado fuera del alcance de la señal piloto omnidireccional del primer nodo de transmisión.
- 10 De acuerdo con otro aspecto de la técnica propuesta, la predicción S2 se basa en información espacial de la transmisión de señal directiva entre el segundo nodo 20a y por lo menos un nodo 10a adicional, comprendido en la señal 30a piloto. La información espacial son datos que definen la ubicación física de la transmisión y comprenden, por ejemplo, información de posición y/o direccional, que ahora se explica en referencia a la Figura 7.
- 15 Considere por ejemplo la secuencia de intercambio de mensajes RTS-CTS-DATA-ACK; sin embargo, son posibles otras secuencias de intercambio de mensajes, por ejemplo, tales como bloque de acuses de recibo. Para permitir la reutilización espacial de los recursos, una posibilidad es agregar información espacial a los mensajes RTS y CTS.
- 20 En la Figura 7, los mensajes RTS y CTS se transmiten utilizando la transmisión omnidireccional. RTS y CTS contienen la posición del nodo 20a de transmisión. Esta información está disponible a través de los servicios de posicionamiento disponibles. Otra alternativa es la dirección 71 de transmisión prevista (disponible desde el giroscopio interno) y la brújula en el dispositivo y el ancho de haz de transmisión previsto.
- 25 El RTS y el CTS también contienen el vector NAV estándar que indica la reserva temporal del canal para la comunicación. El RTS se transmite desde el nodo de origen (nodo de origen = el transmisor del RTS y los datos subsiguientes) utilizando una transmisión omnidireccional.
- 30 El CTS se transmite desde el nodo de destino (nodo de destino = receptor del RTS y posterior transmisión de datos = transmisor del CTS) utilizando una transmisión omnidireccional.
- 35 Esto implica que toda la secuencia de intercambio de mensajes RTS-CTS-DATA-ACK se protege de la interferencia de otros nodos que reciben y decodifican los mensajes RTS y CTS. Dado que el RTS y el CTS se envían utilizando nodos de transmisiones omnidireccionales en cualquier dirección desde el nodo de origen o de destino, los nodos adyacentes serán informados de la próxima transmisión y, por lo tanto, podrán juzgar si pueden reutilizar espacialmente el canal sin interferir con la transmisión anunciada. Las Figuras 8a y 8b son realizaciones de ejemplo que ilustran el beneficio de incluir la nueva información en el RTS. Sin la información, toda el área 30a estaría bloqueada para transmisiones durante todo el intercambio de mensajes entre el punto 20a de acceso y el equipo 10a de usuario. Con la información, solo se reserva el área 32 entre las líneas de puntos y el punto 10d de acceso se puede transmitir al equipo 20d de usuario al mismo tiempo que el equipo 20a de usuario transmite al punto 10a de acceso. Por lo tanto, estos nodos de escucha harán algunos cálculos geométricos simples para concluir si su transmisión prevista interferirá o no. La forma exacta y la implementación de estos cálculos no son parte de la presente divulgación.
- 40 La Figura 8a es una representación visual de la información 32a, 32b transmitida en los mensajes RTS y CTS. La reserva 32 de canal espacial resultante se ilustra en la Figura 8b. En la Figura 8b, los nodos 10d y 20d que escuchan las señales piloto pueden comunicarse sin demora, porque la información contenida en las señales piloto hace posible que los nodos determinen que las transmisiones dirigidas entre los nodos 10d y 20d no interferirán con las transmisiones entre nodos 10a y 20a.
- 45 De acuerdo con un aspecto, la divulgación se refiere a un método, realizado en un segundo nodo 20a en un sistema de comunicación inalámbrico, de reservar un medio compartido para la transmisión de señal directiva hacia o desde el segundo nodo 20a. El método ahora se explicará más detalladamente con referencia a la Figura 5. El método normalmente lo ejecuta un nodo que está a punto de transmitir datos a otro nodo en el sistema de comunicación inalámbrico. Por lo tanto, en un primer ejemplo, la transmisión de señal directiva anunciada es una transmisión 40a de señal desde el segundo nodo 20a a otro nodo en el sistema de comunicación inalámbrico. El método es aplicable a todos los ejemplos descritos anteriormente en las Figuras 6 a 8b. El método consta de tres etapas.
- 50
- 55

La primera etapa es configurar S11 una señal 30a piloto para anunciar una transmisión 40a directiva. La señal piloto es por ejemplo un mensaje RTS como se describió anteriormente.

5 La segunda etapa es incluir S12 en la información de señal 30a piloto que define los recursos del canal utilizados por la transmisión 40a de señal directiva anunciada. "Definir" implica que un nodo de recepción puede derivar qué recursos del canal físico se utilizan al analizar la información incluida. Los recursos del canal físico pueden ser por lo menos uno de tiempo, frecuencia y/o espacio. La información es por ejemplo como ID de nodo de acceso, información de ubicación, tiempos de reserva medios, frecuencia, etc. Esta información adicional habilita un posible transmisor en colisión al recibir la señal piloto para determinar si también las transmisiones directivas colisionarían o solo los pilotos. Por lo tanto, la información permite que un nodo de recepción, tal como el nodo 20b en la Figura 6a, el nodo 20c en la Figura 7 o el nodo 20d en la Figura 8b, prediga una tasa de colisión entre una transmisión 40b de señal directiva intencional potencialmente colisionante, en la Figura 6a, 40c en la Figura 7 o 40d en la Figura 8b, desde el nodo de recepción y la transmisión 40a de señal directiva anunciada, como se describe en conexión con la Figura 4. Se hace referencia a la descripción anterior para obtener más información sobre qué tipo de información puede estar comprendida en las señales piloto.

De acuerdo con otro aspecto, las señales piloto pueden, además de la información que define los recursos del canal, contener información NAV para reservar el medio. Los nodos pueden entonces saber qué recursos del canal se utilizan en un dominio espacial y cuándo los recursos están ocupados en el dominio del tiempo.

De acuerdo con otro aspecto, las señales piloto comprenden información de frecuencia de la transmisión 40a de señal directiva entre el segundo nodo y el por lo menos un nodo adicional. Si se incluye la frecuencia, los nodos también pueden saber qué recursos de frecuencia están ocupados y utilizar estos como se describió anteriormente. La asignación de recursos se puede entonces optimizar utilizando esta información.

La tercera etapa es transmitir S13 la señal 30a piloto para reservar los medios compartidos. La ubicación del recurso de radio designado para la transmisión omnidireccional en el plano de frecuencia de tiempo generalmente está vinculada a la ubicación del recurso de radio utilizado para la transmisión direccional. Se puede ubicar sobre una banda de frecuencia separada, posiblemente en un rango de frecuencia más bajo que el de la transmisión direccional para lograr un área de cobertura mayor. Para evitar transmitir y recibir al mismo tiempo utilizando la misma radio, puede ser necesaria una radio separada para soportar la transmisión omnidireccional mientras recibe la transmisión direccional. Alternativamente, el recurso de radio designado puede ser simplemente una instancia de tiempo o un intervalo de tiempo que es diferente del de la transmisión direccional.

De acuerdo con un aspecto, la señal 30a piloto es omnidireccional como en los ejemplos anteriores. Sin embargo, la señal piloto también puede ser una transmisión directiva.

De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, que se ilustra en la Figura 9, la transmisión de señal directiva anunciada es una transmisión 40a de señal desde un nodo 20a' adicional al segundo nodo 10a'. Como los entornos circundantes de un transmisor y su receptor pueden ser bastante diferentes entre sí, tratar de hacer inferencia sobre la presencia de un nodo de destino cercano a partir de la transmisión de un nodo de origen a menudo puede llevar a una conclusión errónea. El medio se puede proteger más eficazmente a través de pilotos 30a' omnidireccionales transmitidos por el nodo 10a' de destino, es decir, el receptor previsto de la transmisión direccional, en lugar del nodo 20a' de origen. La técnica presentada de incluir en la información de la señal piloto que define los recursos del canal utilizados por la transmisión de señal directiva anunciada es aplicable también a este tipo de señales piloto.

De acuerdo con una realización de la divulgación, como se ilustra en la Figura 9, cuando un nodo 20a' de origen, transmite datos a un nodo 10a' de destino, a través de la transmisión direccional a través de la formación del haz, el nodo 10a' de destino responde, potencialmente múltiples veces, por ejemplo periódicamente – al transmitir una señal 30a' piloto omnidireccional sobre un recurso de radio diferente pero designado a su entorno para que un nodo 20b cercano pueda detectar la señal piloto omnidireccional y abstenerse de transmitir para evitar causar interferencia a la recepción en el nodo 10a' de destino. La transmisión omnidireccional puede contener información sobre la duración restante de la transmisión direccional para que el nodo 20b cercano pueda saber cuánto tiempo debe esperar antes de volver a detectar el medio. Si un transmisor 20e no puede escuchar la transmisión omnidireccional, debe estar lo suficientemente lejos del receptor, 10a' previsto, de la transmisión 40a direccional para que la transmisión direccional del transmisor 20e al punto 10e de acceso tenga un impacto mínimo en el nodo 10a' de destino.

A continuación, se describe un ejemplo de envío de pilotos desde el destino en relación con las Figuras 10a y 10b. En este documento un nodo 20a' de origen, en este ejemplo un equipo de usuario, envía datos a un punto 10a' de acceso. Con el fin de proteger la recepción de la información ACK/NACK en el nodo 20a' de origen el nodo 10a' de destino transmite regularmente una señal 30a' omnidireccional junto con los datos direccionales o la identidad del nodo, de tal manera que cualquier transmisor potencial pueda detectar al piloto señal y abstenerse de transmitir. La sincronización de una transmisión se ilustra en la Figura 10a. En la Figura 10a, la señal piloto del nodo 30 de transmisión y la señal piloto del nodo 30' de destino están precediendo la transmisión 40 de datos.

La Figura 10b ilustra el contenido de las señales respectivas, que en este ejemplo es la identidad de origen y de destino. Sin embargo, este ejemplo se puede implementar utilizando cualquier información dentro de los pilotos.

5 Volviendo ahora a la Figura 11a y 11b se describirán diagramas esquemáticos que ilustran algunos módulos de una realización ejemplar de un primer nodo 20b, 20c, 20d y un segundo nodo 20a, 10a'. En esta solicitud, generalmente se utiliza el término nodo. Un nodo es cualquier dispositivo inalámbrico en un sistema de comunicación inalámbrico. Por lo tanto, el nodo puede ser un punto 10a-e de acceso, un equipo 20a-e de usuario o cualquier otro dispositivo en la comunicación inalámbrica que comprende medios para acceder a los medios compartidos.

10 Los nodos comprenden un controlador, CTL o un circuito 11, 21 de procesamiento que puede estar constituido por cualquier Unidad de Procesamiento Central, CPU, microcontrolador, Procesador de Señal Digital, DSP, etc., capaz de ejecutar el código de programa informático. El programa informático se puede almacenar en una memoria 13, 23 (MEM). La memoria 13, 23 puede ser cualquier combinación de una memoria de lectura y escritura, RAM y una memoria de solo lectura, ROM. La memoria 13, 23 también puede comprender almacenamiento persistente, que, por ejemplo, puede ser cualquiera o una combinación de memoria magnética, memoria óptica o memoria de estado sólido o incluso memoria montada remotamente. Los nodos de red comprenden adicionalmente una unidad 12, 22 de comunicación (i/f) dispuesta para comunicación inalámbrica con otros dispositivos o nodos.

20 La Figura 11a divulga un primer nodo 20b, 20c, 20d configurado para acceder a un medio compartido para la transmisión de señal directiva desde el primer nodo. Cuando el código del programa informático mencionado anteriormente se ejecuta en el circuito 11 de procesamiento del primer nodo, es decir, el nodo 20b en la Figura 6a o la Figura 9, el nodo 20c en la Figura 7 o el nodo 20d en la Figura 8b, hace que el primer nodo 20b, 20c, 20d reciba, utilizando la unidad 12 de comunicación, desde un segundo nodo 20a, 10a', una señal 30a, 30a' piloto que anuncia una transmisión 40a de señal directiva hacia o desde el segundo nodo 20a, 10a', predecir, basándose en información en la señal 30a, 30a' piloto recibida, una tasa de colisión entre una transmisión 40b, 40c, 40d de señal directiva prevista del primer nodo 20b, 20c, 20d y la transmisión 40a de señal directiva anunciada, la información que define los recursos de canal utilizados por la transmisión 40a de señal directiva anunciada y acceso, utilizando la unidad 12 de comunicación, los medios compartidos basados en la tasa de colisión prevista.

30 De acuerdo con un aspecto de la divulgación, los circuitos de procesamiento comprenden:

- un módulo 111 receptor configurado para recibir, desde un segundo nodo 20a, 10a', una señal 30a, 30a' piloto que anuncia una transmisión 40a de señal directiva hacia o desde el segundo nodo 20a, 10a',

35 - un predictor 112 configurado para predecir S2 basado en información en la señal 30a, 30a' piloto recibida, una tasa de colisión entre una transmisión 40b, 40c, 40d de señal directiva prevista desde el primer nodo 20b, 20c, 20d y la transmisión 40a de señal directiva anunciada, la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión 40a de señal directiva anunciada y

40 - un módulo 113 de acceso configurado para acceder a S3 los medios compartidos en función de la tasa de colisión prevista.

45 De acuerdo con un aspecto, los circuitos de procesamiento comprenden además un módulo 114 adoptador configurado para adoptar la transmisión directiva prevista desde el primer nodo para evitar la colisión entre la transmisión directiva desde el primer nodo y la transmisión directiva anunciada.

50 El módulo 111 receptor, el predictor 112, el módulo 113 de acceso y el módulo 114 adoptador se implementan en hardware o en software o en una combinación de los mismos. Los módulos 111, 112, 113 están de acuerdo con un aspecto implementado como un programa informático almacenado en una memoria 13 que se ejecuta en el circuito 11 de procesamiento.

55 La Figura 11b divulga un segundo nodo, es decir, el nodo 20a en las Figuras 6-8 o el nodo 10a' en la Figura 9a, en un sistema de comunicación inalámbrico, configurado para reservar un medio compartido para la transmisión de señal directiva hacia o desde el segundo nodo.

60 Cuando el código del programa informático mencionado anteriormente se ejecuta en el circuito 21 de procesamiento del nodo, hace que el nodo configure una señal 30a, 30a' piloto para anunciar una transmisión 40a directiva, incluir en la señal 30a, 30a' piloto información que define los recursos de canal utilizados por la transmisión 40a de señal directiva anunciada, la información que permite a un nodo 20b, 20c, 20d de recepción predecir una tasa de colisión entre una transmisión 40b, 40c, 40d de señal directiva intencional potencialmente colisionante desde el nodo de recepción y transmisión 40a de señal directiva anunciada. El nodo está configurado además para transmitir, utilizando la unidad 22 de comunicación, la señal 30a, 30a' piloto para reservar los medios compartidos.

65 De acuerdo con un aspecto de la divulgación, los circuitos 21 de procesamiento comprenden:

- un configurador 211 para configurar una señal 30a, 30a' piloto para anunciar una transmisión 40a directiva;

- un inclusor 212 para incluir en la señal 30a, 30a' piloto información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión 40a de señal directiva anunciada, la información permite que un nodo 20b, 20c, 20d de recepción prediga una tasa de colisión entre una transmisión 40b, 40c, 40d de señal directiva prevista potencialmente colisionante desde el nodo de recepción y la transmisión 40a de señal directiva anunciada; y

- un módulo 213 transmisor para transmitir la señal 30a, 30a' piloto para reservar los medios compartidos.

El configurador 211, el inclusor 212 y el módulo 213 transmisor se implementan en hardware o en software o en una combinación de los mismos. Los módulos 211 a 213 están de acuerdo con un aspecto implementado como un programa informático almacenado en una memoria 23 que se ejecuta en el circuito 21 de procesamiento.

El primer y el segundo nodos están además adaptados para implementar todas las variantes de la divulgación descrita en relación con los métodos anteriores.

Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto adicional, la divulgación se refiere a un programa informático, que comprende un código legible por computadora que, cuando se ejecuta en un circuito de procesamiento de un nodo en un sistema de comunicación celular, hace que el nodo realice cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

De acuerdo con un aspecto, las señales piloto tienen un ancho de banda más estrecho que la transmisión de señal directiva entre el segundo nodo y por lo menos un nodo adicional. Como se describió anteriormente, en el sistema propuesto, cada nodo de transmisión transmite señales piloto además de sus señales de datos directivas para reservar el medio. Dado que las señales omnidireccionales se reciben en receptores potenciales con menos potencia que las transmisiones directivas, la duración de las señales piloto omnidireccionales debe ser lo suficientemente larga como para que se pueda transmitir suficiente energía para permitir la detección.

En un despliegue ultradenso, puede haber muchos nodos de transmisión que transmiten pilotos omnidireccionales para probar el medio. Para mantener pequeña la cantidad de recursos del sistema utilizados para las transmisiones de piloto omnidireccionales, se propone hacer que cada piloto sea de banda estrecha. Dado que la cantidad de datos a comunicar con las señales de los pilotos omnidireccionales es pequeña, no hay problema. Por el contrario, la estimación del canal es más simple si solo se tiene que estimar un canal de banda estrecha que posiblemente mejore el rendimiento. El uso de un ancho de banda estrecho tiene la ventaja adicional de aumentar la densidad espectral de potencia de la forma de onda recibida en relación con el piso de ruido, lo que potencialmente mejora la probabilidad de detección y el rendimiento de sincronización.

Si en lugar de pilotos omnidireccionales se utilizan transmisiones de piloto directivas, esto es un problema menor ya que se reciben con mayor potencia, es decir, pueden ser más cortas que si fueran omnidireccionales. La Figura 12 muestra ilustraciones gráficas de cómo las señales piloto omnidireccionales se podrían integrar en el plano de frecuencia de tiempo. En la Figura 12, en el lado izquierdo, los pilotos 71 omnidireccionales tienen el prefijo TTI. Como se muestra en la Figura, son cortos en comparación con el TTI para reducir la sobrecarga y el retraso, pero aún son lo suficientemente largos como para permitir una detección confiable en el receptor. En la Figura 12, en el lado derecho, los pilotos 72, 73 omnidireccionales tienen el prefijo TTI pero también se insertan en un TTI. Las señales 73 piloto dentro de un TTI se utilizan para probar el medio para el próximo TTI.

Las ranuras de frecuencia utilizadas por un transmisor pueden ser constantes, por ejemplo, configuradas semiestáticamente, con el tiempo o puede variar de una instancia de transmisión a otra, es decir, salto en el dominio de frecuencia. La ventaja de este último enfoque es la diversidad de frecuencia. Se prefiere el salto en situaciones en las que muchos usuarios comparten el canal para enviar señales piloto cuando están conectados, y un número menor de usuarios está en comunicación de datos activa. Los usuarios en modo inactivo no necesitan transmitir pilotos. La señal piloto también puede consistir en dos o múltiples porciones de frecuencia disjuntas; en este caso, el ancho de banda ocupado por la señal piloto es la suma de las porciones disjuntas y aún es más pequeño que el ancho de banda de la transmisión directiva.

Si el sistema de comunicación también tiene acceso a bandas inferiores, por ejemplo, supongamos que el sistema opera principalmente en las bandas de MMW pero también tiene acceso a las bandas de frecuencias más bajas: las señales piloto omnidireccionales podrían transmitirse en las bandas de frecuencias más bajas. Debido al mayor alcance de las señales de radio omnidireccionales a una frecuencia más baja (la apertura de la antena de las antenas omnidireccionales y la potencia recibida aumentan con la frecuencia decreciente) pueden ser suficientes señales piloto omnidireccionales más cortas (en comparación con la banda MMW).

Como se mencionó anteriormente, dado que la señal piloto omnidireccional no está formada por haz, es posible que tenga que transmitirse a través de una forma de onda de ancho de banda bastante estrecha durante una cantidad de tiempo suficiente para alcanzar los posibles transmisores interferentes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método, realizado en un primer nodo (20b, 20c, 20d) de un sistema de comunicación inalámbrica, para acceder a un medio compartido, para transmisión de señal directiva desde el primer nodo (20b, 20c, 20d), el método comprende:
- recibir (S1), de un segundo nodo (20a, 10a'), una señal (30a, 30a') piloto que anuncia una transmisión (40a) de señal directiva hacia o desde el segundo nodo (20a, 10a');
 - 10 - caracterizado por predecir (S2), con base en la información en la señal (30a, 30a') piloto recibida, una tasa de colisión entre una transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada, la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión (40a) de señal directiva anunciada, en la que la etapa de predecir (S2) la tasa de colisión comprende estimar la interferencia entre la transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada hacia o desde el segundo nodo (20a, 10a'); y
 - 15 - acceder (S3) al medio compartido con base en la tasa de colisión predicha.
- 20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada se superponen por lo menos parcialmente en el dominio del tiempo.
3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprende adicionalmente:
- 25 - adoptar (S2b) la transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) con el fin de evitar la colisión entre la transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada entre el segundo nodo (20a, 10a') y por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional.
- 30 4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la predicción (S2) se basa en una identidad de origen y/o destino de la transmisión anunciada de señal directiva entre el segundo nodo (20a, 10a') y por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional, comprendido en la señal (30a, 30a') piloto.
- 35 5. Un método, realizado en un sistema de comunicación inalámbrica que comprende un primer nodo (20b, 20c, 20d) y un segundo nodo (20a, 10a'), para reservar un medio compartido, para transmisión de señal directiva hacia o desde el segundo nodo (20a, 10a') y acceder al medio compartido, para transmisión de señal directiva desde el primer nodo (20b, 20c, 20d), el método comprende:
- 40 - configurar (S11), en el segundo nodo (20a, 10a'), una señal (30a, 30a') piloto para anunciar una transmisión (40a) de señal directiva;
 - incluir (S12), en el segundo nodo (20a, 10a'), en la señal (30a, 30a') piloto la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión (40a) de señal directiva anunciada;
 - transmitir (S13), en el segundo nodo (20a, 10a'), la señal (30a, 30a') piloto para reservar el medio compartido al primer nodo (20b, 20c, 20d);
 - 45 - recibir (S1), en el primer nodo (20b, 20c, 20d) desde el segundo nodo (20a, 10a'), la señal (30a, 30a') piloto que anuncia la transmisión (40a) de señal directiva hacia o desde el segundo nodo (20a, 10a');
 - predecir (S2) en el primer nodo (20b, 20c, 20d), con base en la información en la señal (30a, 30a') piloto recibida, una tasa de colisión entre una transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada, la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión (40a) de señal directiva anunciada, en la que la etapa de predecir (S2) la tasa de colisión comprende estimar la interferencia entre la transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada hacia o desde el segundo nodo (20a, 10a'); y
 - 50 - acceder (S3), en el primer nodo (20b, 20c, 20d), el medio compartido con base en la tasa de colisión predicha.
- 55 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la señal (30a, 30a') piloto es omnidireccional.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la señal piloto es una transmisión directiva.
- 60 8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en el que la transmisión (40a) de señal directiva anunciada es una transmisión de señal desde el segundo nodo (20a, 10a').
9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en el que la transmisión (40a) de señal directiva anunciada es una transmisión de señal desde por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional hasta el segundo nodo (20a, 10a').

10. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-9, en el que la señal (30a, 30a') piloto comprende la información espacial de la transmisión (40a) de señal directiva anunciada entre el segundo nodo (20a, 10a') y por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional.
- 5 11. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-10, en el que la señal (30a, 30a') piloto comprende la información de frecuencia de la transmisión (40a) de señal directiva anunciada entre el segundo nodo (20a, 10a') y por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional.
- 10 12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-11, en el que la señal (30a, 30a') piloto comprende una identidad de origen y/o destino de la transmisión (40a) de señal directiva anunciada entre el segundo nodo (20a, 10a') y por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional.
- 15 13. Un primer nodo (20b, 20c, 20d) de un sistema de comunicación inalámbrica, el primer nodo (20b, 20c, 20d) se configura para acceder a un medio compartido, para transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) hasta por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional sobre el medio compartido, el primer nodo (20b, 20c, 20d) comprende:
- una unidad (12) de comunicación y
 - circuitos (11) de procesamiento adaptados para:
- 20
- recibir utilizando la unidad (12) de comunicación, de un segundo nodo (20a, 10a'), una señal (30a, 30a') piloto que anuncia una transmisión (40a) de señal directiva hacia o desde el segundo nodo (20a, 10a');
 - caracterizado porque los circuitos (11) de procesamiento se adapta adicionalmente para predecir, con base en la información en la señal (30a, 30a') piloto recibida, una tasa de colisión entre una transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada, la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión (40a) de señal directiva anunciada, en la que la tasa de colisión se predice al estimar la interferencia entre la transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada hacia o desde el segundo nodo (20a, 10a'); y
 - acceder, utilizando la unidad (12) de comunicación, al medio compartido con base en la tasa de colisión predicha.
- 25
- 30 14. Un sistema de comunicación inalámbrica que comprende un primer nodo (20b, 20c, 20d) y un segundo nodo (20a, 10a'), el segundo nodo (20a, 10a') se configura para reservar un medio compartido para transmisión de señal directiva entre el segundo nodo (20a, 10a') y por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional sobre el medio compartido, el primer nodo (20b, 20c, 20d) se configura para acceder al medio compartido, para transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) hasta por lo menos un nodo (10a, 20a') adicional sobre el medio compartido, el segundo nodo (20a, 10a') comprende:
- una unidad (22) de comunicación y
 - circuitos (21) de procesamiento adaptados para:
- 35
- configurar una señal (30a, 30a') piloto para anunciar una transmisión (40a) directiva,
 - incluir en la señal (30a, 30a') piloto la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión (40a) de señal directiva anunciada, y
 - transmitir, utilizando la unidad (22) de comunicación, la señal (30a, 30a') piloto para reservar el medio compartido;
- 40
- 45 y
- el primer nodo (20b, 20c, 20d) comprende:
- una unidad (12) de comunicación y
 - circuitos (11) de procesamiento adaptados para:
- 50
- recibir utilizando la unidad (12) de comunicación, desde el segundo nodo (20a, 10a'), la señal (30a, 30a') piloto que anuncia la transmisión (40a) de señal directiva hacia o desde el segundo nodo (20a, 10a'),
 - predecir, con base en la información en la señal (30a, 30a') piloto recibida, una tasa de colisión entre una transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada, la información que define los recursos del canal utilizados por la transmisión (40a) de señal directiva anunciada, en la que la tasa de colisión se predice al estimar la interferencia entre la transmisión (40b, 40c, 40d) de señal directiva destinada desde el primer nodo (20b, 20c, 20d) y la transmisión (40a) de señal directiva anunciada hacia o desde el segundo nodo (20a, 10a'), y
 - acceder, utilizando la unidad (12) de comunicación, el medio compartido con base en la tasa de colisión predicha.
- 55
- 60

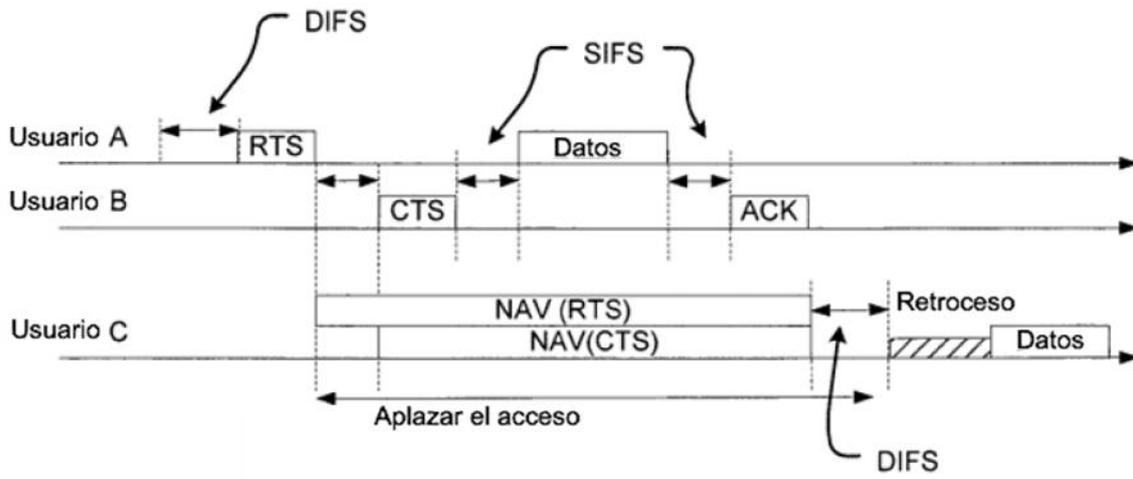


Fig. 1

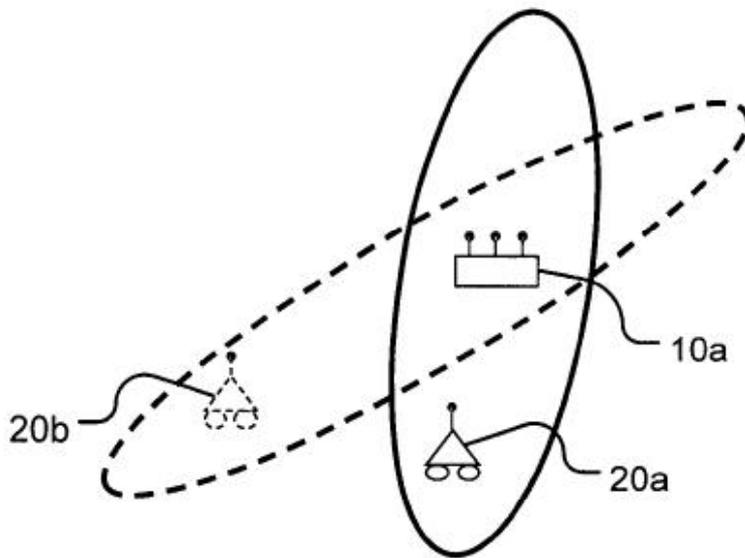


Fig. 2a

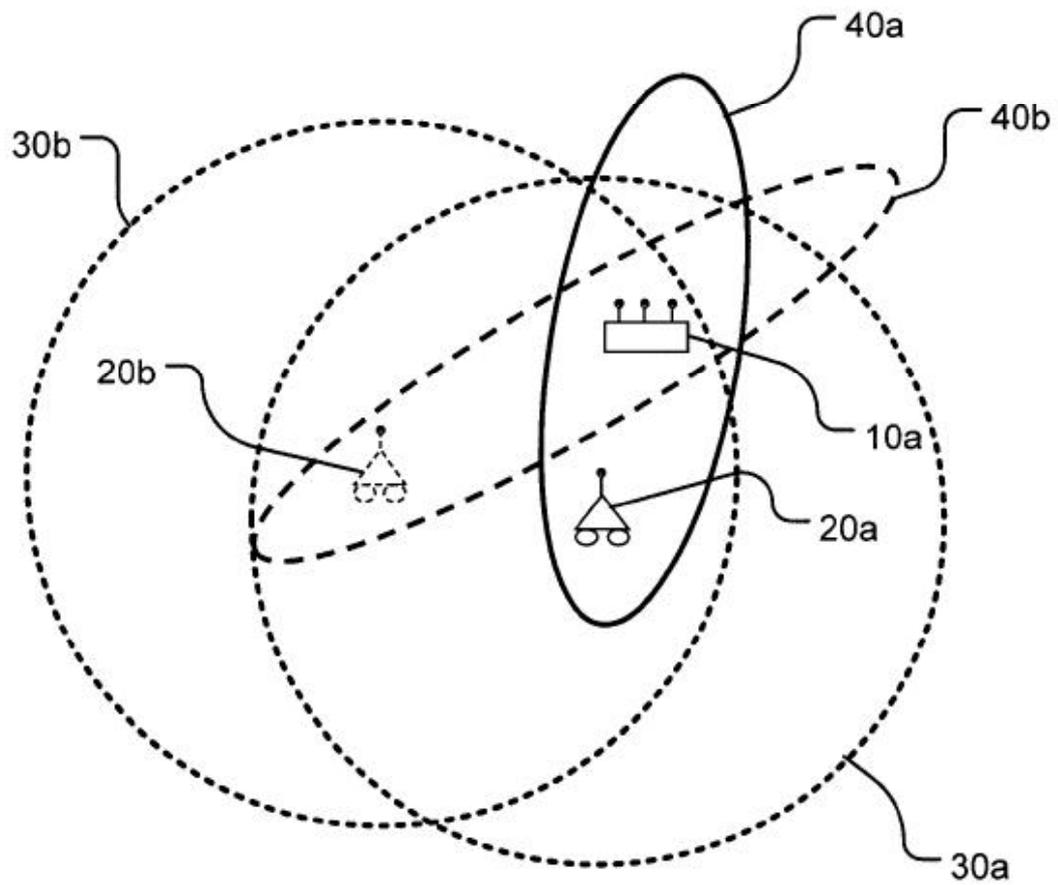


Fig. 2b

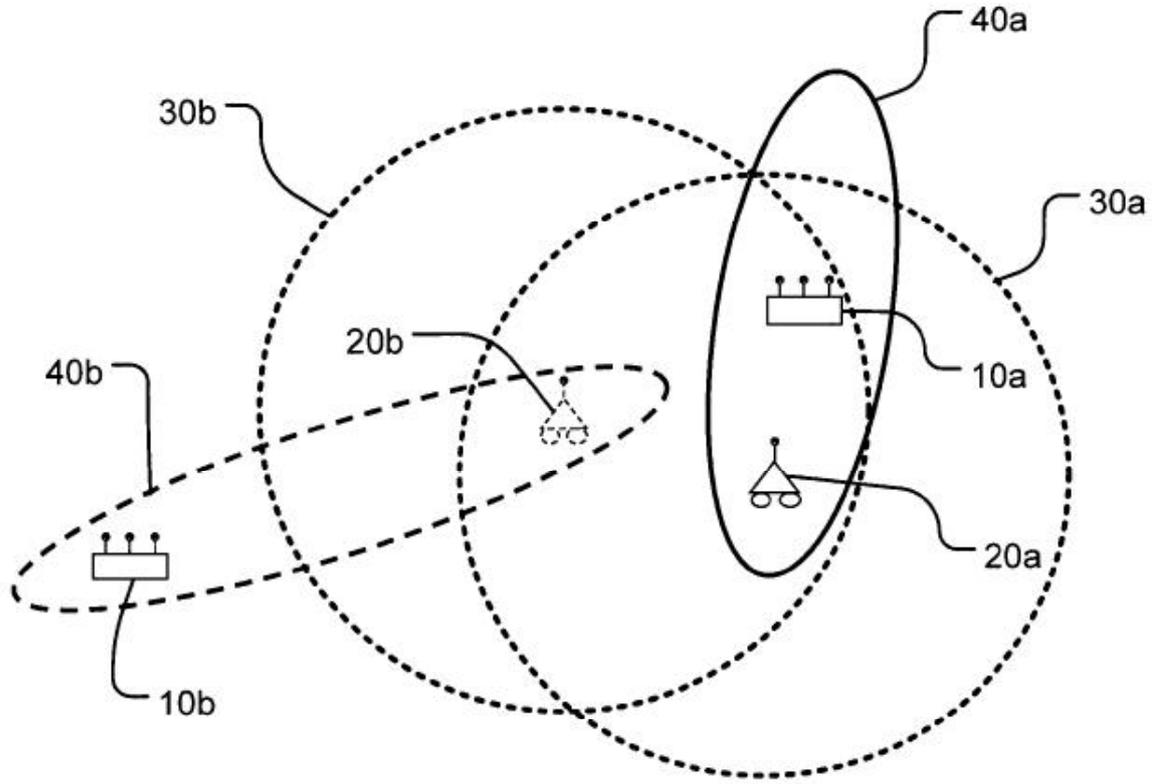


Fig. 3

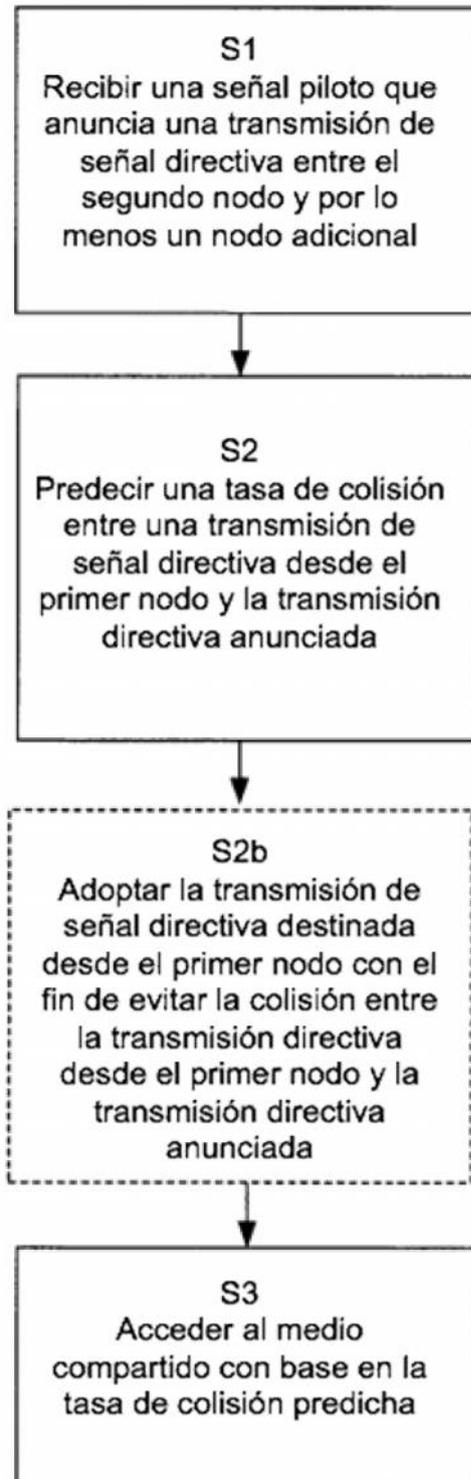


FIG. 4

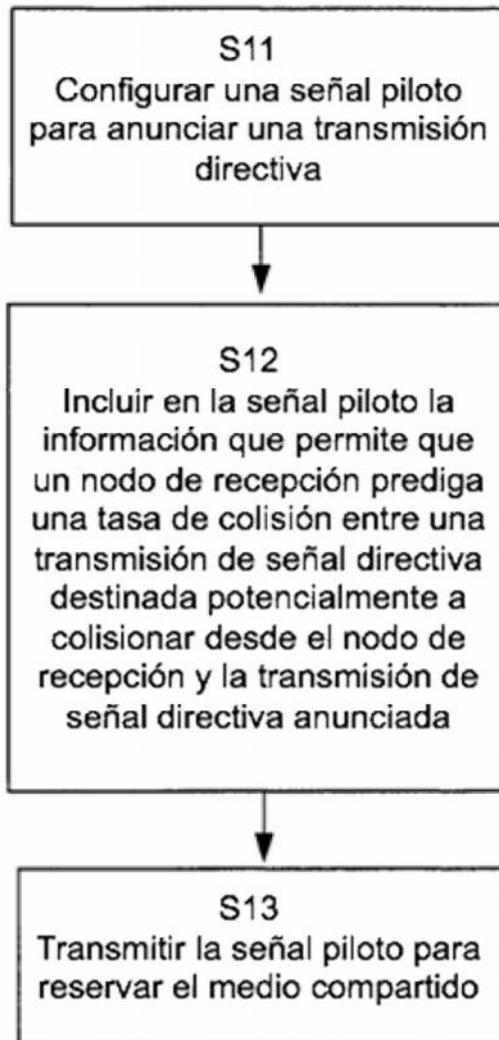


FIG. 5

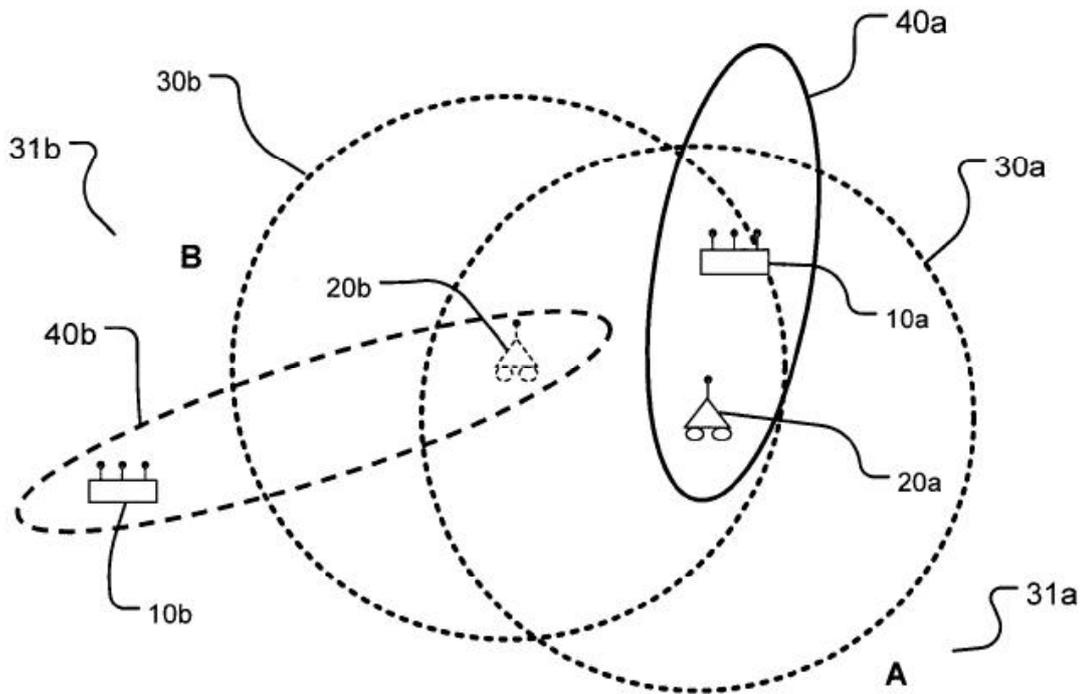


Fig. 6a

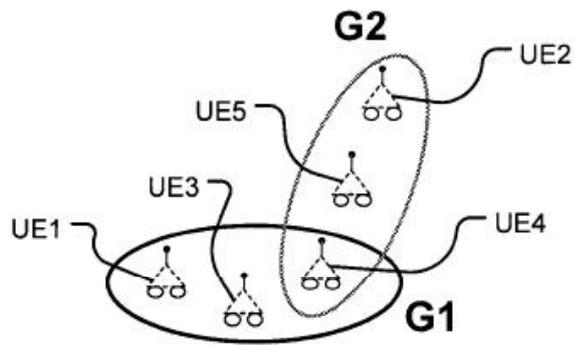


Fig. 6b

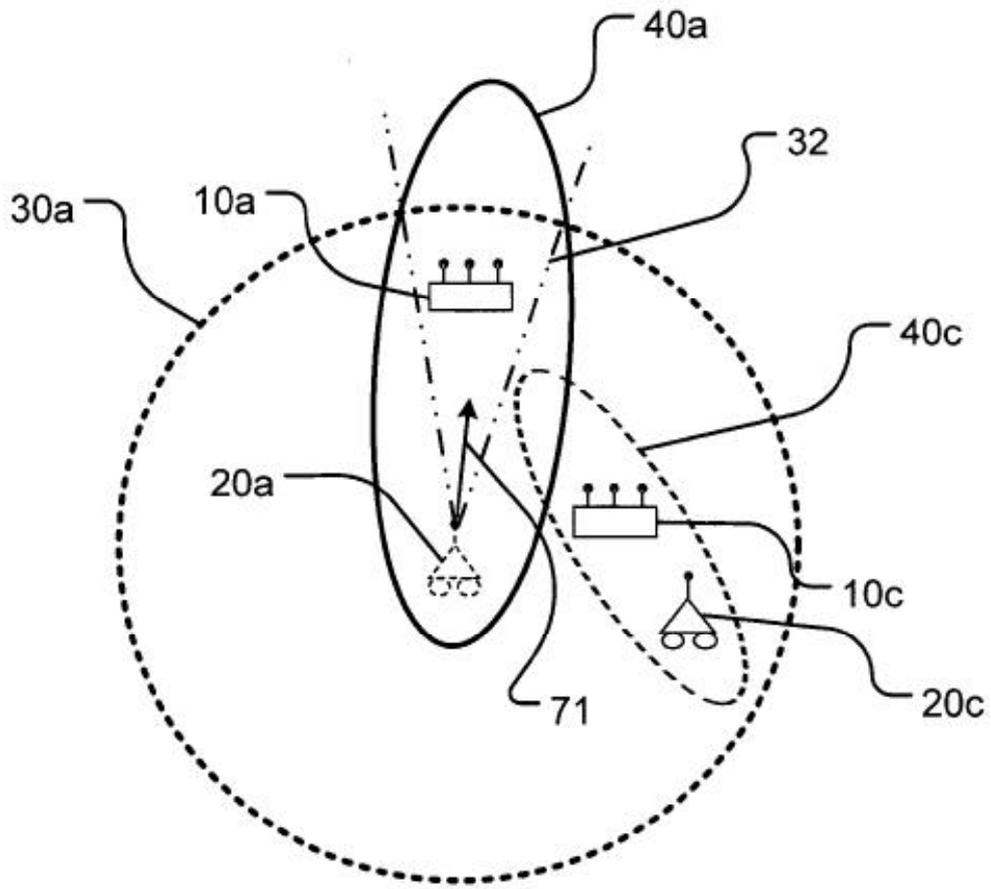


Fig. 7

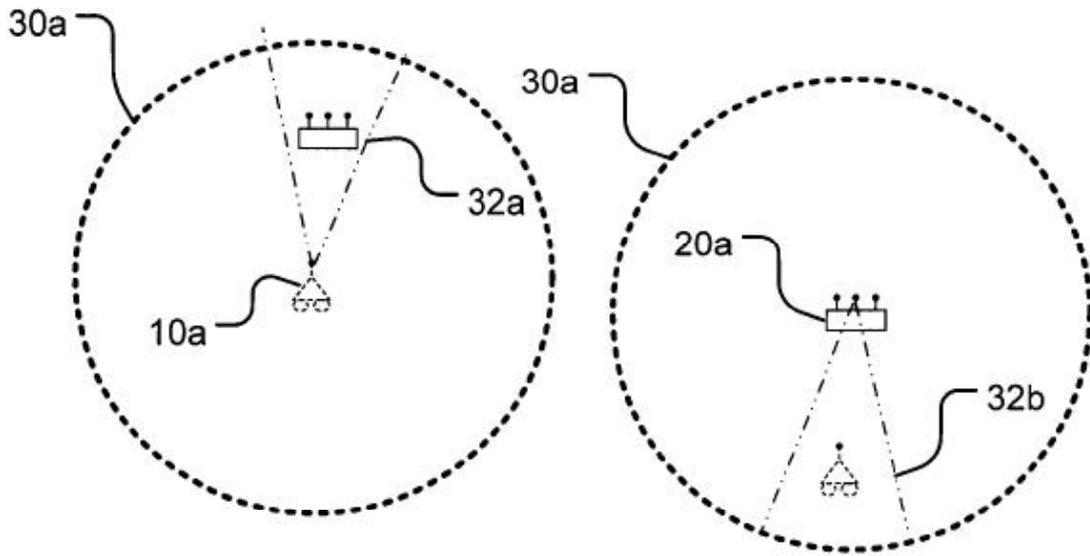


Fig. 8a

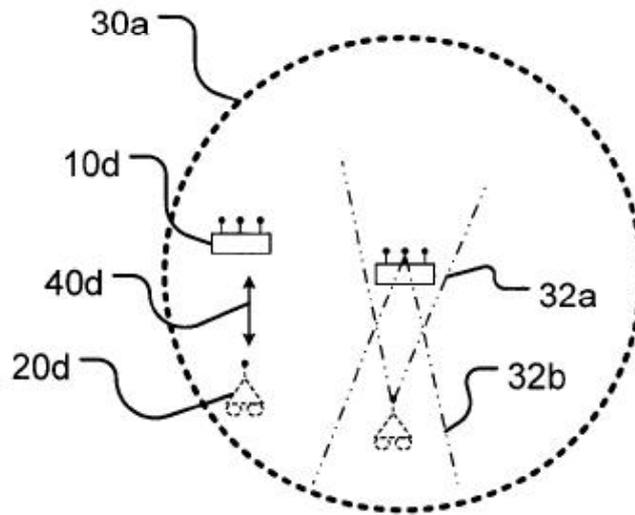


Fig. 8b

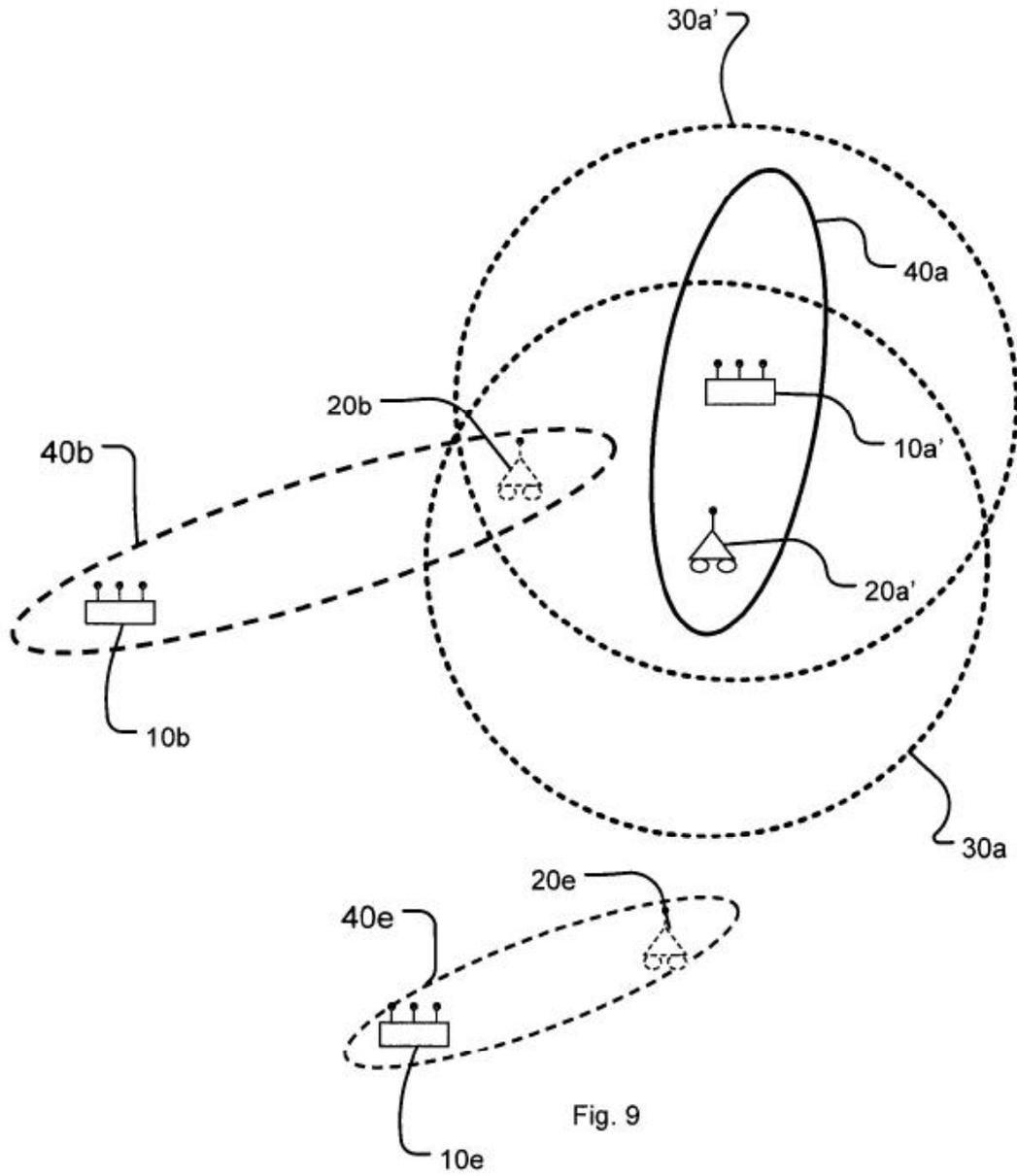


Fig. 9

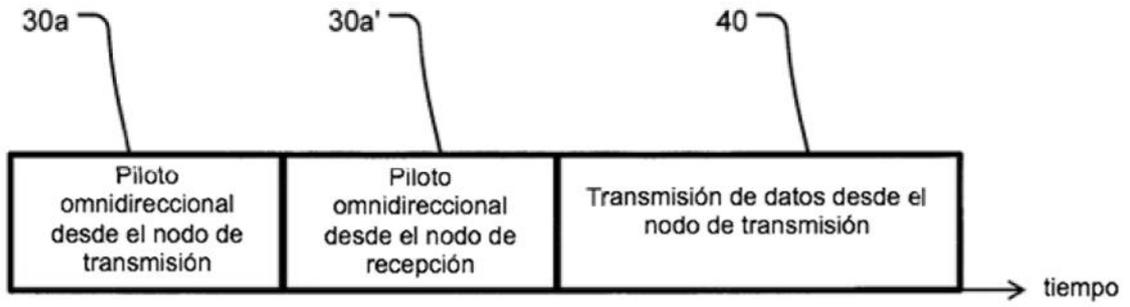


Fig. 10a

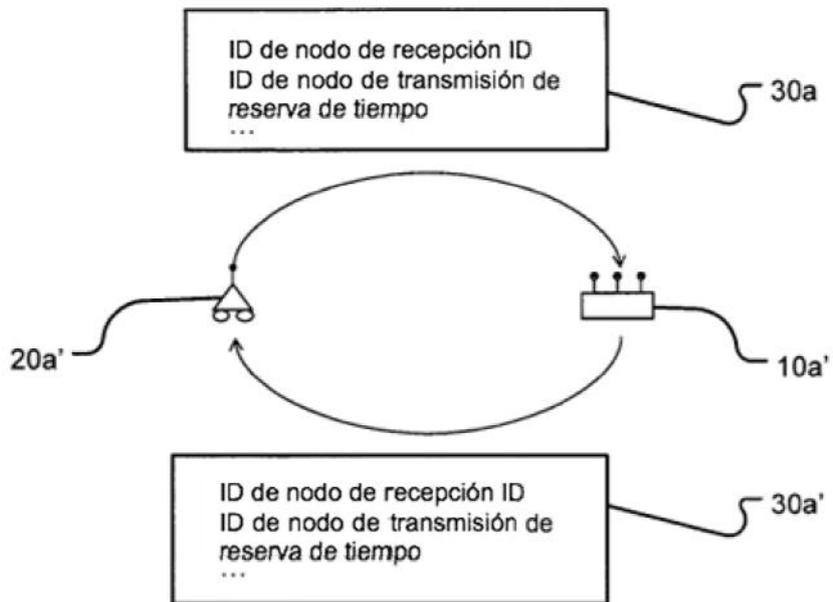


Fig. 10b

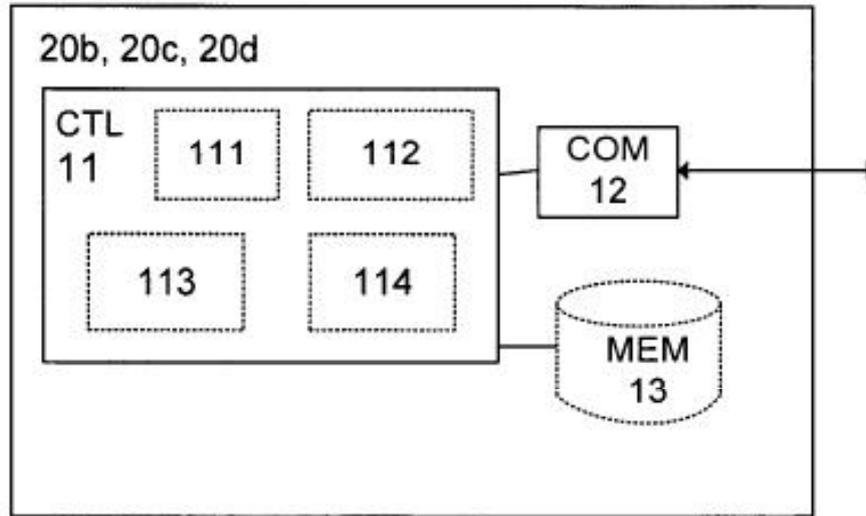


FIG.11a

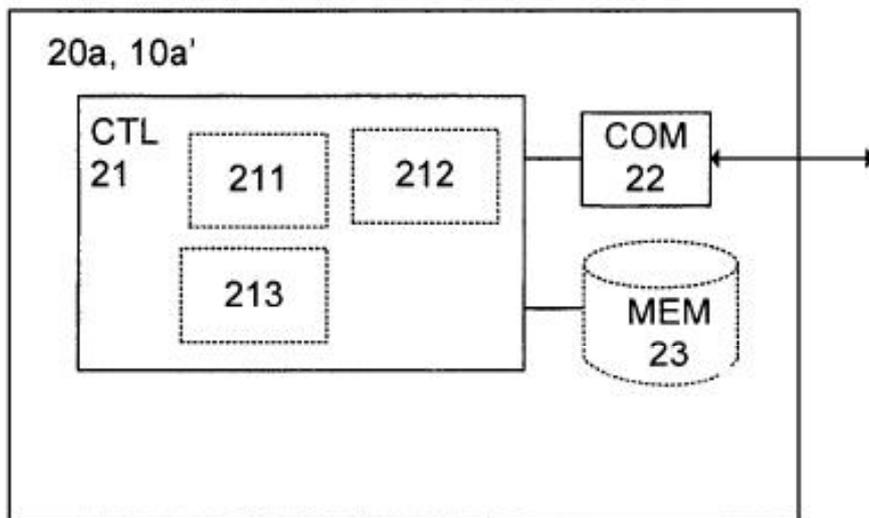


FIG.11b

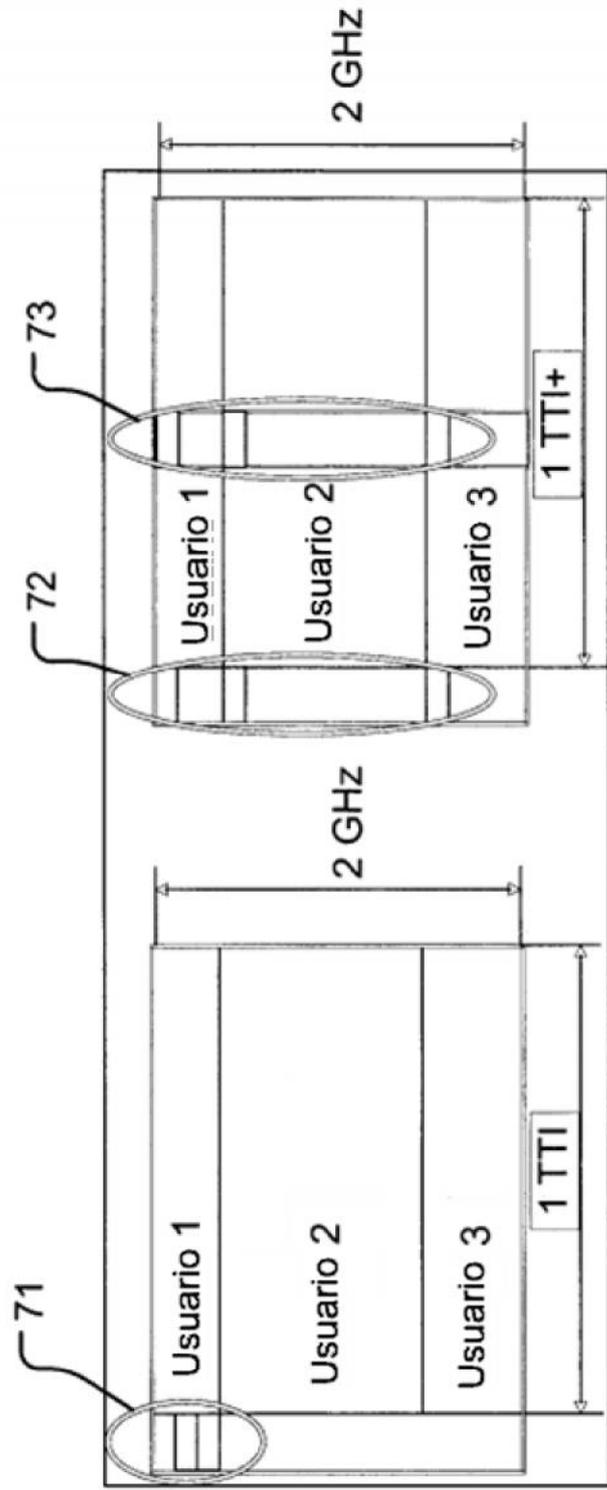


FIG. 12