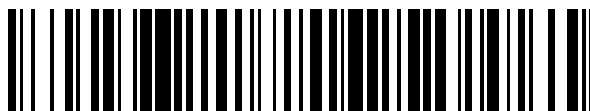


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 174**

51 Int. Cl.:

H04B 10/114 (2013.01)

H04B 10/116 (2013.01)

H04W 72/12 (2009.01)

H04W 84/18 (2009.01)

H04W 48/08 (2009.01)

H04W 48/10 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2019** **PCT/EP2019/055398**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2019** **WO19179761**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2019** **E 19707819 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.11.2021** **EP 3769446**

54 Título: **Gestión de interferencias para redes inalámbricas con múltiples coordinadores**

30 Prioridad:

19.03.2018 EP 18162470

08.05.2018 EP 18171128

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2022

73 Titular/es:

SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)

High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

VAN WAGENINGEN, ANDRIES

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 905 174 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

Gestión de interferencias para redes inalámbricas con múltiples coordinadores

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de la programación de transmisiones en redes inalámbricas, tales como, pero no limitadas a, redes de comunicaciones ópticas (por ejemplo, redes LiFi), para su uso en varias aplicaciones diferentes para el hogar, la oficina, el comercio minorista, la hostelería y la industria.

10

Antecedentes de la invención

LiFi, como Wi-Fi, permite que dispositivos electrónicos como computadoras portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes se conecten de forma inalámbrica a Internet. Wi-Fi logra esto mediante el uso de frecuencias de radio, pero LiFi lo logra mediante el uso del espectro de luz que puede permitir datos y ancho de banda sin precedentes. Es importante tener en cuenta que los datos inalámbricos son necesarios para algo más que nuestros dispositivos conectados tradicionales: en la actualidad, televisores, parlantes, auriculares, impresoras, gafas de realidad virtual (VR) e incluso refrigeradores utilizan datos inalámbricos para conectarse y realizar comunicaciones esenciales. La tecnología de radiofrecuencia como Wi-Fi se está quedando sin espectro para soportar esta revolución digital y LiFi puede ayudar a impulsar la próxima generación de conectividad inmersiva.

La comunicación de luz visible (VLC) transmite datos mediante fuentes ópticas de modulación de intensidad, como diodos emisores de luz (LED) y diodos láser (LD), más rápido que la persistencia del ojo humano. La VLC fusiona la iluminación y las comunicaciones de datos en aplicaciones como iluminación de áreas, letreros, farolas, vehículos y señales de tráfico. El estándar IEEE 802.15.7 de red de área personal de comunicación de luz visible (VPAN) asigna las aplicaciones previstas a cuatro topologías: par a par, estrella, difusión y coordinada. PAN óptica inalámbrica (OWPAN) es un término más genérico que VPAN y también permite la luz invisible para la comunicación.

En la topología de estrella, la comunicación se establece entre los dispositivos y un único controlador central, llamado coordinador. En la topología de par a par, uno de los dos dispositivos de una asociación asume el papel de coordinador. En la topología coordinada, varios dispositivos se comunican con varios coordinadores, supervisados por un controlador global. El controlador global tiene un enlace de red fijo a cada coordinador.

Un aspecto importante del estándar IEEE 802.15.7 es la definición de una supertrama que contiene una baliza, un período de acceso a contención (CAP) y un período libre de contención (CFP) como parte activa y que también puede contener una parte inactiva. Un intervalo de baliza define el intervalo entre balizas, mientras que un orden de supertrama define la duración de la parte activa. La baliza se utiliza principalmente para la sincronización, pero también contiene información sobre la estructura real de la supertrama. El CAP se utiliza principalmente para establecer una conexión entre un coordinador y un dispositivo, mientras que el CFP se utiliza para la transferencia de datos. Mientras que en el CAP el acceso a los dispositivos es en base al acceso múltiple por detección de los operadores (CSMA), en el CFP el coordinador programa el acceso al asignar un intervalo de tiempo garantizado (GTS) a cada dispositivo.

Para escalar un sistema de una OWPAN a dos o más OWPAN, se ha propuesto una función de controlador global para gestionar la interferencia y la transferencia entre OWPAN superpuestas. La función de controlador global o controlador de red gestiona los coordinadores, mientras que cada coordinador controla su OWPAN. La función de controlador global puede conectarse a los coordinadores a través de una red separada.

Sin embargo, si se implementa una función de controlador global en una unidad central, el usuario debe comprar dicha unidad e interconectar las OWPAN a esta unidad. Esta no es siempre una situación deseada. Además, si dicha unidad central falla, o falla la comunicación con ella, la gestión de interferencias también fallará. Sería más conveniente si las OWPAN pudieran cooperar de manera que no se necesite una nueva unidad.

Una posible solución podría ser asignar la función de controlador global a uno de los controladores de OWPAN locales (es decir, en términos de IEEE802.15.7 a uno de los coordinadores). Sin embargo, esto implica una sobrecarga de recursos adicional para los coordinadores y complica la continuación de la gestión de interferencias cuando el coordinador principal está apagado. También falla si falla el sistema de comunicación que conecta a los coordinadores entre sí.

El documento D1 (US20150078259A1) divulga una solución para reducir la interferencia entre redes inalámbricas. El procedimiento comprende: adquirir, mediante un nodo de acceso de una primera red inalámbrica de al menos un nodo de la primera red inalámbrica, información sobre al menos un nodo interferente de una segunda red inalámbrica; generar, mediante el nodo de acceso, información de mapeo entre el nodo de la primera red inalámbrica y dicho al menos un nodo interferente; y provocar, mediante el nodo de acceso, la transmisión de la información de mapeo a otro nodo de acceso de la segunda red inalámbrica.

El documento D2 (US20140016478A1) divulga un procedimiento, aparato y producto de programa informático que proporciona una detección mejorada de redes inalámbricas superpuestas. El procedimiento, aparato y producto de programa informático puede utilizar un procesador, tal como un procesador en un punto de acceso inalámbrico, para determinar uno o más parámetros para un escaneo de una red inalámbrica para identificar redes superpuestas. Las estaciones inalámbricas pueden utilizar los parámetros para determinar el contenido de un informe de exploración generado a partir de una exploración de la red inalámbrica. Las estaciones inalámbricas pueden utilizar además los parámetros para determinar qué valores deben monitorearse y/o registrarse durante la exploración de la red. Las estaciones inalámbricas pueden responder al punto de acceso con resultados correspondientes a los parámetros solicitados por el punto de acceso, y el punto de acceso puede usar los resultados para determinar los parámetros de acceso al canal para otros dispositivos en la red, como las estaciones inalámbricas.

Sumario de la invención

Es un objetivo de la presente invención proporcionar una solución para gestionar interferencias en grandes redes inalámbricas con una pluralidad de OWPAN sin requerir una función de controlador global.

Este objetivo se consigue mediante un sistema como se reivindicó la reivindicación 1, un aparato como se reivindicó la reivindicación 2 o 10, mediante un procedimiento como se reivindicó la reivindicación 18 o 21, y mediante un producto de programa informático como se reivindicó la reivindicación 24.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un sistema para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores y una pluralidad de dispositivos asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores, en el que al menos uno de los coordinadores se adapta para determinar un período reservado propio de un marco de tiempo global utilizado para las transmisiones y se adapta además para anunciar su identificador y su período reservado propio determinado, en el que al menos uno de los dispositivos se adapta para comprobar si se ha recibido un anuncio con un identificador de un coordinador vecino, para generar un informe de interferencia que comprende al menos uno de un identificador de un coordinador local y el identificador del coordinador vecino, e informar el informe de interferencia al coordinador local o al coordinador vecino o difundir el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance; y en el que el al menos un coordinador se adapta además para determinar la presencia de un coordinador vecino y su período reservado en base a al menos uno de un informe de interferencia recibido de un dispositivo de informe de los dispositivos y un informe del coordinador vecino, y para controlar las transmisiones mediante al menos uno de limitar la comunicación con el dispositivo de informe a su período reservado propio en el marco de tiempo global y limitar la comunicación con otros de los dispositivos al excluir del marco de tiempo global el período reservado del coordinador vecino informado por el dispositivo de informe o por el coordinador vecino; y en el que la red inalámbrica es en base a una comunicación óptica con carácter de línea de visión directa.

De acuerdo con un segundo aspecto dirigido a un dispositivo coordinador, se proporciona un aparato para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores y una pluralidad de dispositivos asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores, en donde el aparato se adapta para determinar un período reservado propio de un marco de tiempo global utilizado para las transmisiones y para anunciar su identificador y su período reservado propio determinado, en el que el aparato se adapta además para determinar la presencia de un coordinador vecino y su período reservado en base a al menos uno de un informe de interferencia recibido de un dispositivo de informe de los dispositivos y un informe del coordinador vecino, y para controlar las transmisiones mediante al menos uno de limitar la comunicación con el dispositivo de informe a su período reservado propio en el marco de tiempo global y limitar la comunicación con otros de los dispositivos al excluir del marco de tiempo global el período reservado del coordinador vecino informado por el dispositivo de informe o por el coordinador vecino.

Por lo tanto, si un dispositivo informa al coordinador local y el sistema depende de una red separada a través de la cual el coordinador local informa al coordinador vecino, entonces es suficiente que el dispositivo solo informe del identificador del coordinador vecino al coordinador local. Por ejemplo, direccionar el coordinador local puede estar implícito mediante el uso de, por ejemplo, un intervalo de tiempo que el coordinador local ha programado para el informe local. Por tanto, no es necesario utilizar el identificador del coordinador local para direccionarlo. Por lo tanto, el dispositivo puede informar los identificadores de los coordinadores locales y vecinos a ambos coordinadores, o el dispositivo puede informar solo el identificador del coordinador vecino al coordinador local y el coordinador local puede entonces informar su identificador y el identificador del dispositivo de reporte al coordinador vecino, o el dispositivo puede informar solo el identificador del coordinador local al coordinador vecino y el coordinador vecino puede entonces informar su identificador y el identificador del dispositivo de informe al coordinador local.

Por lo tanto, un coordinador debe recibir información sobre la presencia de un coordinador vecino y su período reservado y si un dispositivo está al alcance del coordinador vecino. El coordinador puede obtener información sobre la presencia y el período reservado del coordinador vecino del dispositivo de informe, o puede obtener información sobre la presencia del coordinador vecino del dispositivo de informe e información sobre el período reservado del

coordinador vecino a través de una red separada, o puede obtener información sobre la presencia y el período reservado del coordinador vecino del coordinador vecino a través de una red separada.

En el caso de la última opción anterior, el coordinador también necesita saber qué dispositivo ha detectado al coordinador vecino, para poder controlar las transmisiones. Sin embargo, un coordinador también podría informar a un coordinador vecino sobre un informe detectado de un dispositivo. Esto significa que el coordinador no necesita obtener el informe directamente del dispositivo, sino que también puede basarse en un informe recibido del coordinador vecino a través de la red separada. En este caso, el informe del coordinador vecino puede contener su identificador y su período reservado (es decir, su información de anuncio), pero también un identificador de dispositivo del dispositivo que ha informado al coordinador vecino.

En consecuencia, se propone una cooperación entre los coordinadores de la red inalámbrica en base a un marco de tiempo global para determinar las programaciones de tiempo locales que no interfieren, por lo que los coordinadores se basan en los informes de interferencia de los dispositivos en las áreas superpuestas y aplican una pequeña cantidad de reglas simples. La detección y la gestión de interferencias cooperativas propuestos son simples, escalables, independientes de una unidad coordinadora global central y adecuados para tráfico equilibrado y desequilibrado.

Además, debido a que los coordinadores determinan la gestión de interferencias localmente, pueden tomar decisiones rápidas. Por lo tanto, no hay demora adicional para informar primero a un controlador global central y esperar las decisiones de este controlador global central. Después de recibir un informe de un coordinador vecino, el coordinador puede decidir de inmediato.

Además, la detección y la gestión de interferencias propuestos son buenas para la programación de tráfico tanto equilibrado como desequilibrado.

De acuerdo con una primera opción del primer y segundo aspecto, los al menos dos coordinadores pueden sincronizarse de modo que la hora de inicio y la hora de repetición del marco de tiempo global sea igual para los al menos dos coordinadores. Esta medida asegura que se disponga de un canal de comunicación, al que puedan acceder de forma multiplexada los coordinadores y dispositivos asociados.

De acuerdo con una segunda opción que puede combinarse con la primera opción anterior, el aparato puede preconfigurarse para poseer un período de tiempo predeterminado del marco de tiempo global, en el que el período reservado propio puede proporcionarse dentro del período de tiempo predeterminado. De ese modo, una parte predeterminada del marco de tiempo global se asigna y se reserva para cada coordinador para evitar colisiones con los dispositivos interferentes. En un ejemplo específico de la segunda opción, el aparato puede adaptarse para extender el período reservado propio hasta el final del período de tiempo predeterminado. Esta medida proporciona más flexibilidad en la asignación de intervalos de tiempo a los dispositivos asociados.

De acuerdo con una tercera opción que puede combinarse con la primera o segunda opción anterior, el aparato puede adaptarse para aplicar dentro del período reservado propio al menos uno de un período de anuncio para difundir su presencia, un período de informe en el que un dispositivo asociado informa interferencia, un período de programación para proporcionar una programación de intervalos para la comunicación con sus dispositivos asociados, y un período de asociación como una oportunidad para que los dispositivos se asocien. Por lo tanto, pueden programarse varios tipos de transmisiones requeridas para la detección y la gestión de interferencias propuestos dentro del período reservado para asegurar que estas transmisiones no se vean influenciadas por interferencias.

De acuerdo con una cuarta opción que puede combinarse con cualquiera de la primera a la tercera opción anterior, el aparato puede adaptarse para asignar menos intervalos de tiempo en el período reservado propio para dispositivos no interferentes y para compensarlo al asignar más intervalos de tiempo en otros períodos de tiempo del marco de tiempo global para los dispositivos no interferentes para liberar intervalos de tiempo en el período reservado propio para su asignación a dispositivos interferentes. Por lo tanto, los intervalos de tiempo pueden cambiarse dentro del marco de tiempo global para mejorar la gestión de interferencias.

De acuerdo con una quinta opción que puede combinarse con cualquiera de la primera a la cuarta opción anterior, el aparato puede adaptarse para determinar adicionalmente al menos un período libre propio del marco de tiempo global y para anunciar el al menos un período libre propio determinado al comunicarse a través de un dispositivo que ha detectado un coordinador vecino o mediante una red separada, y en el que el aparato se adapta además para controlar las transmisiones mediante al menos una de limitar la comunicación con el dispositivo de informe a su período reservado propio y a las intersecciones de los períodos libres de los coordinadores vecinos y limitar la comunicación con otros de los dispositivos al excluir su propio período libre y el período reservado informado por el dispositivo de informe o por el coordinador vecino. En la quinta opción podrán comunicarse períodos libres además de períodos reservados. De este modo, los coordinadores pueden comunicar períodos libres a sus coordinadores vecinos además de sus períodos reservados. Esto permite que un coordinador local programe la comunicación con un dispositivo de interferencia local también en la intersección de los períodos libres de los coordinadores vecinos. El

coordinador no tiene que esperar a que un dispositivo haya detectado un coordinador vecino antes de anunciar un período libre. Puede anunciar un período libre en cualquier momento, por ejemplo, junto con su identificador y período reservado.

- 5 De acuerdo con una sexta opción que puede combinarse con cualquiera de la primera a la quinta opción anterior, el aparato puede adaptarse para anunciar el período reservado propio mediante al menos uno de comunicar mediante un dispositivo que ha detectado otro coordinador o mediante una red separada. Por lo tanto, el aparato puede, por ejemplo, comunicar la presencia de un coordinador vecino a través de un dispositivo y la información de temporización (por ejemplo, períodos reservados y/o libres) a través de una red separada, o el aparato puede
10 comunicar tanto la presencia del coordinador vecino como la información de temporización a través de un dispositivo, o el aparato puede comunicar tanto la presencia del coordinador vecino como la información de temporización a través de una red separada. Esto último puede requerir que un coordinador determine la posición del dispositivo para averiguar si el dispositivo está al alcance de un coordinador vecino. El anuncio de presencia y los informes a través de un dispositivo están relacionados con la posición real del dispositivo. Para la detección de si
15 un dispositivo está al alcance de múltiples coordinadores, es preferible que el dispositivo se involucre.

De acuerdo con un tercer aspecto dirigido a un dispositivo que puede asociarse a un coordinador, se proporciona un aparato para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores y una pluralidad de dispositivos asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores, en el que el aparato se
20 adapta para comprobar si se ha recibido un anuncio con un identificador de un coordinador vecino, para generar un informe de interferencia que comprende al menos uno de un identificador de un coordinador local y el identificador del coordinador vecino, y para informar el informe de interferencia al coordinador local o al coordinador vecino o para difundir el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance.

- 25 En el caso de la quinta opción anterior, el informe de interferencia también puede comprender el período reservado y opcionalmente también el al menos un período libre propio del coordinador local y del coordinador vecino.

De acuerdo con una séptima opción que puede combinarse con cualquiera de la primera a la sexta opción anterior, el aparato puede adaptarse para detectar uno de los al menos dos coordinadores en base a su anuncio, para
30 alinearse con el marco de tiempo global proporcionado por el coordinador detectado, y asociarse con el coordinador detectado mediante el uso de un protocolo existente. Por lo tanto, los nuevos dispositivos que se agregan a la red se asignan a al menos un coordinador como un nuevo dispositivo asociado y, por lo tanto, pueden participar en el procedimiento de detección y gestión de interferencias propuesto.

- 35 De acuerdo con una octava opción que puede combinarse con cualquiera de la primera a la séptima opción anterior, el aparato puede adaptarse para generar un informe de interferencia que comprende el identificador, el período reservado y opcionalmente al menos un período libre del marco de tiempo global de un coordinador local y el coordinador vecino, e informar el informe de interferencia al coordinador local o difundir el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance.

40 De acuerdo con una novena opción que puede combinarse con cualquiera de la primera a la octava opción anterior, la red inalámbrica puede comprender al menos dos redes inalámbricas de área personal ópticas superpuestas, OWPAN, cada una controlada por uno de los al menos dos coordinadores, en la que cada OWPAN proporciona conexiones para la pluralidad de dispositivos. De este modo, puede proporcionarse una detección y una gestión de
45 interferencias mejorados para redes grandes con una pluralidad de redes de área personal más pequeñas, cada una controlada por un coordinador respectivo.

- De acuerdo con una décima opción que puede combinarse con cualquiera de la primera a la novena opción anterior, los al menos dos coordinadores pueden compartir un medio para la comunicación de enlace descendente en la red
50 inalámbrica y la pluralidad de dispositivos puede compartir un medio para la comunicación de enlace ascendente en la red inalámbrica. De este modo, la comunicación de enlace ascendente y de enlace descendente pueden separarse para reducir la interferencia entre las transmisiones de enlace ascendente y descendente. En un ejemplo específico de la décima opción, se utiliza al menos una de una indicación de medio libre y una indicación de medio ocupado para controlar un acceso a un medio de enlace ascendente. Esta medida reduce significativamente la
55 probabilidad de colisiones,

De acuerdo con un cuarto aspecto dirigido a un procedimiento en un dispositivo coordinador, se proporciona un procedimiento para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores y una pluralidad de dispositivos asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores, en el que el
60 procedimiento comprende:

determinar en uno de los al menos dos coordinadores un período reservado propio de un marco de tiempo global utilizado para las transmisiones;
anunciar por parte del coordinador de su presencia y su propio período de reserva determinado;

determinar la presencia de un coordinador vecino y su período reservado en base a al menos uno de un informe de interferencia recibido desde un dispositivo de informe de los dispositivos y un informe del coordinador vecino; y

- 5 controlar las transmisiones mediante al menos uno de limitar la comunicación con el dispositivo de informe a su período reservado propio en el marco de tiempo global y limitar la comunicación con otros de los dispositivos al excluir del marco de tiempo global el período reservado del coordinador vecino informado por el dispositivo de informe o por el coordinador vecino; y en el que la red inalámbrica se basa en una comunicación óptica con carácter de línea de visión directa.

- 10 De acuerdo con un quinto aspecto dirigido a un procedimiento en un dispositivo que puede asociarse a un coordinador, se proporciona un procedimiento para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores y una pluralidad de dispositivos asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores, en el que el procedimiento comprende:

- 15 comprobar si se ha recibido un anuncio con un identificador de un coordinador vecino; generar un informe de interferencia que comprende al menos uno de un identificador de un coordinador local y el identificador del coordinador vecino, y
informar el informe de interferencia al coordinador local o al coordinador vecino o difundir el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance;
20 y en el que la red inalámbrica se basa en una comunicación óptica con carácter de línea de visión directa.

- Cabe señalar que los aparatos anteriores pueden implementarse en base a circuitos de hardware discretos con componentes de hardware discretos, chips integrados o disposiciones de módulos de chip, o en base a dispositivos de procesamiento de señales o chips controlados por rutinas de software o programas almacenados en memorias, escritos en un medio legible por computadora o descargados de una red, como Internet.

- 25 Se entenderá que el sistema de la reivindicación 1, el aparato de la reivindicación 2 o 10, el procedimiento de la reivindicación 18 o 21, y el producto de programa informático de 24 pueden tener realizaciones preferentes similares y/o idénticas, en particular, como se define en las reivindicaciones dependientes.

- 30 Se entenderá que una realización preferente de la invención también puede ser cualquier combinación de las reivindicaciones dependientes o realizaciones anteriores con la respectiva reivindicación independiente.

- 35 Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y se explicarán con referencia a las realizaciones descritas de aquí en adelante.

Breve descripción de los dibujos

- 40 En los siguientes dibujos:

- La Figura 1 muestra una arquitectura esquemática de una red LiFi con control global distribuido mediante coordinadores cooperantes de acuerdo con diversas realizaciones;
La Figura 2 muestra un diagrama esquemático que indica la comunicación entre coordinadores vecinos en un área superpuesta;
45 La Figura 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento cooperativo de detección y gestión de interferencias en un coordinador de acuerdo con una primera realización;
La Figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento cooperativo de detección y gestión de interferencias en un dispositivo asociado de acuerdo con la primera realización;
La Figura 5 muestra una estructura de marco de tiempo global con un período reservado de acuerdo con la primera realización;
50 La Figura 6 muestra una estructura de marco de tiempo global con un período reservado de acuerdo con una segunda realización;
La Figura 7 muestra una arquitectura esquemática de una red LiFi con cuatro coordinadores y ocho dispositivos de acuerdo con una tercera realización;
55 Las Figuras 8A a 8D muestran tablas respectivas para la detección, asociación, interferencia y gestión de interferencias de acuerdo con la tercera realización;
La Figura 9 muestra un plano de planta ejemplar de múltiples OWPAN con zonas de interferencia alta y baja de acuerdo con una cuarta realización;
La Figura 10 muestra una estructura de marco de tiempo global con dos fragmentos de tiempo de acuerdo con la cuarta realización;
60 La Figura 11 muestra una arquitectura esquemática de una red LiFi con cuatro coordinadores y ocho dispositivos de acuerdo con una quinta realización;
Las Figuras 12A a 12D muestran tablas respectivas para la detección, asociación, interferencia y gestión de interferencias de acuerdo con la quinta realización;
65 La Figura 13 muestra un plano de planta ejemplar de múltiples OWPAN con cuatro coordinadores dispuestos por fila;

La Figura 14 muestra una arquitectura esquemática de una red LiFi con dos coordinadores y ocho dispositivos de acuerdo con una sexta realización;

Las Figuras 15A a 15D muestran tablas respectivas para la detección, asociación, interferencia y gestión de interferencias de acuerdo con la sexta realización;

La Figura 16 muestra una estructura de marco de tiempo global con períodos libres y períodos reservados básicos y extendidos de acuerdo con una séptima realización;

La Figura 17 muestra una arquitectura esquemática de una red LiFi con cuatro coordinadores y ocho dispositivos de acuerdo con una séptima realización; y

Las Figuras 18A a 18E muestran tablas respectivas para la detección, asociación, interferencia y gestión de interferencias de acuerdo con la séptima realización.

Descripción detallada de las realizaciones

Las realizaciones de la presente invención se describen ahora en base a un entorno de red LiFi con una pluralidad de OWPAN superpuestas.

La Figura 1 muestra la arquitectura esquemática con la pluralidad de OWPAN superpuestas con sus respectivas áreas de cobertura 12, 14. Cada OWPAN se controla por un respectivo coordinador C1 a Cn y las OWPAN proporcionan conexiones para una pluralidad de dispositivos D1 a Dn.

Las OWPAN pueden distribuirse en un área en la que no interfieren entre sí cuando están lo suficientemente separados en esta área. Pero, si dos OWPAN están cerca una de la otra, tendrán un área superpuesta 16 en la que pueden interferir. Al proporcionar una funcionalidad de cooperación distribuida 100 entre los coordinadores cooperantes C1 a Cn, el sistema se vuelve independiente de una unidad central o seleccionada, fácilmente escalable y robusta.

De acuerdo con el enfoque de coordinación distribuida propuesto de varias realizaciones, puede proporcionarse una comunicación dedicada para intercambiar información relevante sobre interferencia y temporización. De esta manera, los coordinadores C1 a Cn pueden informarse si sus programaciones interfieren y cuándo. En consecuencia, el estándar ITU G.9961 puede mejorarse al establecer un canal de comunicación entre dominios (IDCC). Sin embargo, dado que dicho canal se basa en CSMA, es posible que no funcione bien para una red LiFi. La red LiFi es una red inalámbrica que se basa en comunicación óptica con carácter de línea de visión directa, en lugar de comunicación por RF. Por tanto, los coordinadores C1 a Cn no se "ven" entre sí. Por el contrario, en la comunicación por RF, los puntos de acceso pueden ser conscientes de la presencia de los demás y, por lo tanto, tener una indicación más directa si son vecinos. Sin embargo, los coordinadores C1 a Cn a menudo se montan en el techo y, por lo tanto, tienen un ángulo limitado para transmitir/recibir datos y, por lo tanto, están ocultos entre sí. No pueden comunicarse entre sí a través del medio LiFi y, por lo tanto, no pueden construir una relación de vecindad directamente para gestionar interferencias. Lo mismo se aplica a los dispositivos D1 a Dn que tienen su(s) fuente(s) de luz (por ejemplo, LED(s)) y sensor(es) orientado(s) hacia el techo. Sin una conexión de línea de visión directa, los dispositivos no tienen comunicación LiFi directa y, por lo tanto, están ocultos entre sí.

Se supone que los coordinadores C1 a Cn se sincronizan y tienen un marco de tiempo global alineado, lo que significa que el tiempo de inicio y repetición del marco de tiempo global es (casi) igual para todos los coordinadores C1 a Cn. Por ejemplo, en el caso de una comunicación por línea eléctrica, la sincronización puede depender de los cruces por cero de la señal de potencia de 50/60 Hz.

Además, se supone que cada uno de los coordinadores C1 a Cn se preconfigura para ser el propietario de un fragmento de tiempo del marco de tiempo global. Esto puede realizarse durante la instalación o mediante un sistema de gestión en el que se conocen las posiciones de las OWPAN. En caso de que dicha preconfiguración no sea posible, puede aplicarse un procedimiento para asignar la propiedad de los canales.

Se asume además que los coordinadores C1 a Cn de la red LiFi comparten un medio para la comunicación de enlace descendente y los dispositivos D1 a Dn en la red LiFi comparten un medio para la comunicación de enlace ascendente y que la gestión de interferencias (de alto nivel) se dispone mediante división de tiempo.

Cada uno de los coordinadores C1 a Cn gestiona una parte de la función de control global (es decir, la funcionalidad de cooperación distribuida 100) que es relevante para este coordinador al cooperar con sus coordinadores vecinos para evitar interferencias. Para ello, un coordinador dispone una programación de acceso al medio que no interfiere con sus vecinos. Los coordinadores se definen como coordinadores vecinos si detectan la presencia del mismo de los dispositivos D1 a Dn.

La Figura 2 muestra un diagrama esquemático que indica la comunicación entre coordinadores vecinos en un área superpuesta.

La presente invención se centra en la cooperación de los coordinadores vecinos C1 y C2 para un dispositivo D comúnmente detectado mediante el intercambio (virtualmente) de información de cooperación CI relevante entre los coordinadores a través de este dispositivo D en el área de superposición 16.

Las siguientes definiciones se utilizan en diversas realizaciones. Cuando se ve desde el punto de vista de un coordinador local, un dispositivo de interferencia (o dispositivo de informe de interferencia) corresponde a un dispositivo que ha detectado la presencia de más de un coordinador, un coordinador vecino corresponde a un coordinador cuya presencia se detecta y reporta por un dispositivo al coordinador local, un dispositivo local corresponde a un dispositivo asociado al coordinador local, un dispositivo vecino corresponde a un dispositivo asociado a un coordinador vecino, un período reservado local corresponde a un período reservado por un coordinador local para la comunicación exclusiva con dispositivos, y un período reservado vecino corresponde al período reservado por un coordinador vecino para la comunicación exclusiva con dispositivos.

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento cooperativo de detección y gestión de interferencias en un coordinador de acuerdo con una primera realización.

Cada coordinador puede (dinámicamente) determinar un período reservado en su fragmento de tiempo asignado del marco de tiempo global para uso exclusivo. Este período reservado puede depender de la cantidad de dispositivos asociados y del ancho de banda mínimo requerido para la comunicación. El coordinador puede utilizar además otros fragmentos de tiempo del marco de tiempo global en función de la gestión de interferencias cooperativa.

En el paso S301, el coordinador anuncia su presencia y su período reservado determinado del marco de tiempo global. Luego, en el paso S302, el coordinador espera la recepción de un informe de interferencia de un dispositivo asociado (local) o un dispositivo vecino. El coordinador también puede necesitar el informe de interferencia de un dispositivo vecino para excluir la comunicación de sus dispositivos locales del período reservado del coordinador vecino. Dicho informe de interferencia comprende un identificador y un período reservado del marco de tiempo global de un coordinador vecino detectado y se difunde por el dispositivo asociado a todos los coordinadores a su alcance. Por tanto, los pasos S301 y S302 proporcionan una detección de interferencias cooperativa.

Si el coordinador determina en el paso S302 que un dispositivo ha informado de una interferencia, el coordinador limita en el paso S303 el acceso y por lo tanto la comunicación con el dispositivo local que ha detectado la presencia del coordinador vecino a su período reservado propio en el marco de tiempo global. Además, en el paso S304, el coordinador también puede limitar el acceso y, por tanto, la comunicación con otros dispositivos locales al excluir el período reservado informado por el dispositivo vecino. Se observa que el dispositivo local se asocia al coordinador y que el dispositivo vecino se asocia al coordinador vecino. Por tanto, los pasos S303 y S304 proporcionan una gestión de interferencias cooperativa.

El procedimiento de la Figura 3 puede repetirse de forma continua o intermitente.

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento cooperativo de detección y gestión de interferencias en un dispositivo asociado de acuerdo con la primera realización.

En un paso inicial S401, el dispositivo detecta un coordinador en base a su anuncio y se asocia con el coordinador. Luego, el dispositivo comprueba en el paso S402 la recepción de cualquier anuncio. Cuando se ha recibido un anuncio, el dispositivo asociado comprueba en el paso S403 si el anuncio ha sido difundido por un coordinador vecino. Si no es así, el procedimiento vuelve al paso S402. Sin embargo, si se ha detectado un anuncio de un coordinador vecino en el paso S403, el dispositivo asociado genera un informe de interferencia que comprende los identificadores y los períodos reservados del marco de tiempo global del coordinador local detectado y el coordinador vecino detectado y difunde el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance. Por tanto, los pasos S402 y S404 proporcionan una gestión de interferencias cooperativa.

Se observa que el coordinador vecino también puede necesitar obtener el identificador y el período reservado del coordinador local para poder limitar el acceso al excluir el período reservado del coordinador local. El coordinador local es un coordinador al que se asocia un dispositivo en cuestión, y el coordinador vecino es un coordinador al que no se asocia el dispositivo en cuestión.

El procedimiento de los pasos S402 a S404 puede repetirse de forma continua o intermitente.

Por lo tanto, un dispositivo asociado que detecta a un coordinador vecino puede necesitar informar a ambos coordinadores sobre la información del otro, porque el coordinador vecino puede no tener un dispositivo asociado que detecte al coordinador local y, por lo tanto, puede que no obtenga información de un coordinador local. Por lo tanto, el dispositivo local o asociado que detecta un coordinador vecino puede necesitar informar información del coordinador vecino al coordinador local e información del coordinador local al coordinador vecino.

También se observa que cuando un dispositivo asociado envía un informe de interferencia al coordinador local, el coordinador vecino también puede recibir este informe y utilizarlo para la gestión de interferencias.

La Figura 5 muestra una estructura de marco de tiempo global con un período reservado de acuerdo con la primera realización. Una pluralidad de fragmentos de tiempo Ch1 a Ch4 se definen en el marco de tiempo global (GTF). Cada uno de estos fragmentos de tiempo se asigna a una subred LiFi o una OWPAN. Cada fragmento de tiempo (TC) se divide en dos períodos: un período reservado (RES) y un período restante (REM).

El período reservado está destinado a asegurar que la comunicación en este período no se interfiera por la comunicación de los coordinadores o dispositivos vecinos. Un coordinador vecino no puede programar la comunicación en este período. En el período restante, un coordinador vecino puede programar la comunicación.

Dentro del período reservado, el coordinador aplica un período de anuncio de coordinador específico (ADV) en el que difunde su presencia a los dispositivos a su alcance. El período de anuncio se ubica en una posición fija en el fragmento de tiempo para permitir un reconocimiento rápido por parte de un dispositivo receptor. Además, dentro del período reservado, el coordinador proporciona información sobre su período reservado. Esta información puede proporcionarse en el período de anuncio o en un período separado (por ejemplo, un período de programación (SCH)).

Además, dentro del período reservado, el coordinador puede aplicar además un período de informe de dispositivo específico (REP) en el que un dispositivo asociado informa interferencia. El período de informe puede ubicarse en una posición fija en el intervalo de tiempo para permitir un reconocimiento rápido por parte de un coordinador vecino. Además, dentro del período reservado, un dispositivo asociado puede proporcionar información sobre el período reservado local y/o un período reservado vecino. Esta información también puede proporcionarse en el período de informe.

Además, dentro del período reservado, el coordinador puede aplicar además un período de programación (SCH) en el que proporciona una programación de intervalos del marco de tiempo global destinado a la comunicación con sus dispositivos asociados. Aunque el período de anuncio y el período de programación se ilustran como dos períodos separados, pueden combinarse en un solo período fijo.

Finalmente, dentro del período reservado, el coordinador puede programar además un período asociado (ASS) como una oportunidad para que los dispositivos se asocien. Aunque el período de informe y el período asociado se ilustran como dos períodos separados, pueden combinarse en un solo período fijo.

El coordinador puede restringir los períodos descritos anteriormente (anunciar, informar, programar, asociar) a un período reservado básico (BRP) y puede extender dinámicamente el período reservado al agregar un período de extensión (EXT) para otros propósitos, por ejemplo, para otros tipos de comunicación para lo cual se necesita la gestión de interferencias.

El período reservado básico puede tener una duración fija. Para evitar interferencias en el período reservado básico y salvaguardar el intercambio de la comunicación elemental entre el coordinador y los dispositivos, cada coordinador inhabilita cualquier comunicación hacia/desde sus dispositivos asociados en cualquier otro período reservado básico que no sea el suyo.

Con respecto a los informes por dispositivos, un dispositivo puede informar en el período de informe local, por lo que los coordinadores vecinos también reciben el informe. Esta opción puede ser ventajosa, porque le permite al coordinador un mayor control para orientar o restringir el acceso al período de informe.

Como alternativa, un dispositivo puede informar en el período de informe local y en el período de informe vecino por separado.

El acceso al período de informe y/o al período de asociación puede basarse principalmente en la contención, pero puede guiarse o restringirse por el coordinador. El coordinador puede seleccionar un subconjunto de dispositivos para acceder a un determinado intervalo en el período de informe. Esto puede reducir la probabilidad de colisiones. El coordinador puede proporcionar indicaciones de medio libre y/o medio ocupado para ayudar a los dispositivos a determinar si el medio de enlace ascendente está libre o ya está ocupado. Por tanto, la indicación de medio libre y/o la indicación de medio ocupado pueden utilizarse para controlar un acceso al medio de enlace ascendente. Esto puede reducir la probabilidad de colisiones de manera significativa, porque los dispositivos no pueden detectar el portador de otros dispositivos y, por lo tanto, no pueden basarse en CSMA.

La Figura 6 muestra cómo una estructura de marco de tiempo global de acuerdo con una segunda realización, que puede mapearse a un ciclo de control de acceso al medio (MAC) ITU G.9961.

Al aplicar el estándar ITU G.9961 para la implementación de una red LiFi, un coordinador obtiene el rol de un nodo controlador principal de dominio (DM) y un dispositivo el rol de un nodo que no es DM. El marco de tiempo global puede considerarse como el ciclo MAC, por lo que cada nodo DM obedece a la programación de oportunidades de transmisión TXOP de acuerdo con diversas realizaciones. Para la comunicación por línea eléctrica, ITU G.9961 define un período de canal de comunicación entre dominios (IDCC). Los roles para publicar y detectar información

de mitigación de interferencia de dominio vecino (NDIM) en el período IDCC pueden ser los siguientes. Un coordinador en su rol de nodo DM publica mensajes de presencia MAP-D. Un dispositivo monitorea la red para detectar la aparición de mensajes de presencia MAP-D e informa la detección de un mensaje de presencia de dominio vecino a su coordinador.

5 Un período de IDCC puede considerarse como la primera parte de un fragmento de tiempo y puede dividirse en un período de anuncio y un período de informe. La programación del ciclo MAC se representa por MAP y el período de asociación se representa por el intervalo de tiempo basado en la contención de registro (RCBTS).

10 Cuando no se usa el período IDCC, el coordinador en el rol de nodo DM puede programar una oportunidad de transmisión libre de contención fija específica (CFTXOP) como período de anuncio en la parte reservada de su fragmento de tiempo. Bien podría ser el mismo CFTXOP que para el MAP. Además, el coordinador puede programar una oportunidad de transmisión compartida fija específica STXOP (que contiene al menos un intervalo de tiempo basado en la contención) como período de informe en la parte reservada de su fragmento de tiempo.

15 Se requiere una asociación (por ejemplo, el paso S401 de la Figura 4) cuando un dispositivo detecta un coordinador (por ejemplo, en base a su anuncio) y quiere participar en la OWPAN relacionada. Para lograr esto, el dispositivo primero se alinea con el marco de tiempo global proporcionado por el coordinador y solicita al coordinador que se asocie mediante el uso de un protocolo existente (por ejemplo, ITU G.9961). De este modo, por ejemplo, hace uso de un programa difundido (por ejemplo, MAP) para encontrar el período de asociación (por ejemplo, el RCBTS). La decisión de esta solicitud se toma en el dispositivo y puede basarse en la calidad de la señal recibida (por ejemplo, la relación señal/ruido (S/N)) y/o la entrada del usuario. La decisión de aceptar o rechazar se toma en el coordinador y puede basarse en el ancho de banda disponible y/o la autenticación.

25 Después de una asociación exitosa, el coordinador le da permiso al dispositivo para informar interferencias.

Desde el punto de vista de un coordinador, un dispositivo local corresponde a un dispositivo asociado al coordinador local, y un dispositivo vecino corresponde a un dispositivo asociado a un coordinador vecino:

30 Como se explicó anteriormente en relación con las Figuras 3 y 4, tanto los coordinadores como los dispositivos aplican un procedimiento de detección de interferencias que siempre se ejecuta. Cada coordinador anuncia su identificador y su período reservado en cada ciclo de marco de tiempo global.

35 Cada dispositivo local que detecta la presencia de un coordinador vecino informa de la interferencia lo antes posible al enviar el identificador y el período reservado del coordinador o los coordinadores vecinos detectados a su coordinador local y el identificador y período reservado de su coordinador local al coordinador o los coordinadores vecinos detectados. Puede hacerlo con múltiples mensajes, pero preferentemente como un solo mensaje de difusión a todos los coordinadores a su alcance.

40 La gestión de interferencias cooperativa se logra cuando un coordinador mantiene una lista de interferencias que contiene dispositivos locales que interfieren con una OWPAN vecina (dispositivos de interferencia locales) y dispositivos vecinos que interfieren con la OWPAN local (dispositivos de interferencia vecinos). Cada entrada en la lista puede contener un identificador de dispositivo, un tiempo de detección de dispositivo y un período reservado informado por el dispositivo. Cada vez que un coordinador recibe un informe de interferencia de un dispositivo, actualiza la lista correspondiente, ya sea al agregar el dispositivo como una nueva entrada a la lista o al actualizar la entrada del dispositivo que ya está en la lista. El coordinador puede eliminar una entrada de la lista si el tiempo de informe del dispositivo es anterior a un tiempo predefinido.

Además, un coordinador puede programar intervalos de tiempo para la comunicación con sus dispositivos locales en el período reservado de su propio fragmento de tiempo (preconfigurado).

50 Sin embargo, un coordinador nunca puede programar ningún intervalo de tiempo en el período reservado básico de cualquier otro fragmento de tiempo (cualquier fragmento de tiempo que no sea propiedad del coordinador, sino de otro coordinador) para garantizar que el procedimiento de detección de interferencias se ejecute sin interferencias.

55 Inicialmente, un coordinador solo programa intervalos en el período reservado de su propio fragmento de tiempo. Sin embargo, si no detecta interferencia con una OWPAN vecina (es decir, la lista de interferencias está vacía), el coordinador también puede programar intervalos de tiempo en los otros fragmentos de tiempo (excepto para el período reservado básico y, si se conoce, cualquier período(s) reservado(s) extendido(s) de estos fragmentos de tiempo).

60 Una vez que el coordinador detecta interferencia con una OWPAN vecina (es decir, la lista de interferencias no está vacía), puede aplicar al menos una de las reglas que para cada dispositivo de interferencia local en la lista, el coordinador limita la comunicación con este dispositivo a su período reservado local, y para cada dispositivo de interferencia vecino en la lista, el coordinador limita la comunicación con todos sus dispositivos locales al excluir el período reservado informado por este dispositivo vecino.

65

Se observa que el coordinador tiene la libertad de escalar el período reservado extendido hasta el final de su fragmento de tiempo asignado. Esto permite cierta libertad para asignar intervalos de tiempo adicionales en el período reservado a los dispositivos de interferencia locales si aumenta su número o la demanda de tráfico. El coordinador también puede decidir asignar menos intervalos de tiempo en el período reservado para dispositivos locales que no interfieren y compensarlo al asignar más intervalos de tiempo en otros fragmentos de tiempo para los dispositivos locales que no interfieren para liberar intervalos de tiempo en el período reservado para su asignación a dispositivos de interferencia locales.

La Figura 7 muestra una arquitectura esquemática de una red LiFi con cuatro coordinadores C1 a C4 y ocho dispositivos D1 a D8 de acuerdo con una tercera realización. Cada círculo punteado indica el área que abarca una OWPAN. Algunos dispositivos D1, D2, D3 y D5 se ubican en un área superpuesta, mientras que otros dispositivos D4, D6, D7 y D8 se ubican en áreas no superpuestas.

En las siguientes tablas respectivas para la detección, asociación, interferencia y gestión de interferencias de acuerdo con la tercera realización se explican con referencia a las Figuras 8A a 8D.

La Figura 8A muestra una tabla que ilustra la detección de coordinadores por los dispositivos D1 a D8, en la que una entrada de tabla "O" indica que el dispositivo de una columna detecta el coordinador de la fila respectiva. Por ejemplo, el dispositivo D1 detecta los coordinadores C1, C3 y C4.

La Figura 8B muestra una tabla que ilustra la asociación de dispositivos a coordinadores, en la que una entrada de tabla "X" indica que el dispositivo de una columna se asocia al coordinador de la fila respectiva. Por ejemplo, el dispositivo D1 se asocia al coordinador C3.

La Figura 8C muestra una tabla que ilustra la detección de interferencias de dispositivos locales (asociados), en la que una entrada de tabla "I" indica que el dispositivo de una columna asociada al coordinador de la fila respectiva ha detectado una interferencia (y ha informado de la interferencia a los coordinadores a su alcance). Por ejemplo, el dispositivo D2 asociado al coordinador C1 ha detectado al coordinador C3.

Finalmente, la Figura 8D muestra una tabla que ilustra la programación que aplica cada coordinador para gestionar interferencias, en la que las columnas de la tabla se relacionan con los diferentes fragmentos de tiempo sucesivos TC 1 a TC 4. Para simplificar, se asume en esta ilustración que cada coordinador ha reservado el tiempo máximo en su propio fragmento de tiempo (Res1 a Res4). Además, la marca "*" indica un dispositivo local para el que la comunicación se restringe al período reservado local, y la marca "***" indica un dispositivo vecino para el cual las comunicaciones se restringen al período reservado vecino y la comunicación con los dispositivos locales se excluye en este período reservado.

Como primera regla de la gestión de interferencias, un coordinador restringe la comunicación con los dispositivos locales que han detectado un coordinador vecino al período reservado local. Por ejemplo, el coordinador C1 restringe la comunicación con los dispositivos D2 y D5 al período reservado 1 (Res 1) del primer fragmento de tiempo TC 1. El coordinador C3 restringe la comunicación con los dispositivos D1 y D3 al período reservado 3 (Res 3) del tercer fragmento de tiempo (TC 3).

Como segunda regla de gestión de interferencias, un coordinador restringe la comunicación con dispositivos locales al excluir el período reservado informado por un dispositivo vecino. Por ejemplo, el coordinador C1 excluye la comunicación con los dispositivos locales en el período reservado 3 (Res 3) del tercer fragmento de tiempo (TC 3), el coordinador C2 excluye la comunicación con los dispositivos locales en el período reservado 1 (Res 1) del primer fragmento de tiempo (TC 1), el coordinador C3 excluye la comunicación con los dispositivos locales en el período reservado 1 (Res 1) del primer fragmento de tiempo (TC 1), y el coordinador C4 excluye la comunicación con los dispositivos locales en el período reservado 3 (Res 3) del tercer fragmento de tiempo (TC 3).

La Figura 9 muestra un plano de planta ejemplar de múltiples OWPAN con zonas de alta y baja interferencia de acuerdo con una cuarta realización.

Para esta red, el marco de tiempo global puede dividirse en dos fragmentos de tiempo y a cada segundo coordinador se le asigna el propietario de un fragmento de tiempo diferente. Las zonas de baja interferencia (LIZ) pueden gestionarse, por ejemplo, mediante el uso de diferentes preámbulos y no necesitan división en el tiempo. Las zonas de alta interferencia (HIZ) pueden gestionarse por división de tiempo. La asignación de fragmentos de tiempo a los coordinadores puede organizarse de modo que apliquen diferentes fragmentos de tiempo para las zonas de alta interferencia.

La Figura 10 muestra una estructura de marco de tiempo global con dos fragmentos de tiempo Ch1 y Ch2 de acuerdo con la cuarta realización. Este marco de tiempo global se ajusta a la red LiFi de la Figura 9 y sus campos corresponden a los descritos en relación con la Figura 5 y no se describen de nuevo aquí.

La Figura 11 muestra una arquitectura esquemática de una red LiFi con cuatro coordinadores C1 a C4 y ocho dispositivos D1 a D8 de acuerdo con una quinta realización. Nuevamente, cada círculo punteado indica el área que abarca una OWPAN. Algunos dispositivos D1, D2, D3 y D5 se ubican en un área superpuesta, mientras que otros dispositivos D4, D6, D7 y D8 se ubican en áreas no superpuestas.

En las siguientes tablas respectivas para la detección, asociación, interferencia y gestión de interferencias de acuerdo con la quinta realización se explican con referencia a las Figuras 12A a 12D.

La Figura 12A muestra una tabla que ilustra la detección de coordinadores por los dispositivos D1 a D8, en la que una entrada de tabla "O" indica que el dispositivo de una columna detecta el coordinador de la fila respectiva. Por ejemplo, el dispositivo D1 detecta los coordinadores C3 y C4.

La Figura 12B muestra una tabla que ilustra la asociación de dispositivos a coordinadores, en la que una entrada de tabla "X" indica que el dispositivo de una columna se asocia al coordinador de la fila respectiva. Por ejemplo, el dispositivo D1 se asocia al coordinador C3.

La Figura 12C muestra una tabla que ilustra la detección de interferencias de dispositivos locales (asociados), en la que una entrada de tabla "I" indica que el dispositivo de una columna asociada al coordinador de la fila respectiva ha detectado una interferencia alta (e informó la interferencia a los coordinadores a su alcance). Por ejemplo, el dispositivo D2 asociado al coordinador C1 ha detectado al coordinador C3.

Finalmente, la Figura 12D muestra una tabla que ilustra la programación que aplica cada coordinador para gestionar interferencias, en la que las columnas de la tabla se refieren solo a dos fragmentos de tiempo sucesivos TC 1 y TC 2. Similar a la Figura 8D, la marca "*" indica un dispositivo local para el que la comunicación se restringe al período reservado local, y la marca "***" indica un dispositivo vecino para el cual las comunicaciones se restringen al período reservado vecino y la comunicación con los dispositivos locales se excluye en este período reservado.

Nuevamente, como primera regla de la gestión de interferencias, un coordinador restringe la comunicación con los dispositivos locales que han detectado un coordinador vecino al período reservado local. Por ejemplo, el coordinador C1 restringe la comunicación con los dispositivos D2 y D5 al período reservado 1 (Res 1) del primer fragmento de tiempo TC 1, y el coordinador C3 restringe la comunicación con los dispositivos D1 y D3 al período reservado 3 (Res 3) del segundo fragmento de tiempo TC 2.

Nuevamente, como segunda regla de gestión de interferencias, un coordinador restringe la comunicación con los dispositivos locales al excluir el período reservado informado por un dispositivo vecino. Por ejemplo, el coordinador C2 excluye la comunicación con los dispositivos locales en el período reservado 1 (Res 1) del primer fragmento de tiempo (TC 1), el coordinador C3 excluye la comunicación con los dispositivos locales en el período reservado 1 (Res 1) del primer fragmento de tiempo (TC 1), y el coordinador C4 excluye la comunicación con los dispositivos locales en el período reservado 3 (Res 3) del segundo fragmento de tiempo (TC 2).

Se observa que la restricción del dispositivo D5 por parte del C1 es subóptima. Sin embargo, en comparación con el ejemplo anterior de la Figura 8D, el coordinador C1 ahora posee un fragmento de tiempo dos veces más largo y, por lo tanto, puede asignar más tiempo al dispositivo D5.

La Figura 13 muestra un plano de planta ilustrativo de una red LiFi con múltiples OWPAN de acuerdo con una sexta realización con cuatro coordinadores dispuestos por fila. Cada fila tiene un coordinador y cuatro transceptores ópticos que el coordinador puede activar en paralelo o por separado. Para esta red, el marco de tiempo global puede dividirse en dos fragmentos de tiempo y a cada segundo coordinador puede asignársele un fragmento de tiempo diferente. Las zonas de alta interferencia (HIZ) pueden gestionarse por división de tiempo.

La Figura 14 muestra una arquitectura esquemática de una red LiFi con dos coordinadores C1 y C2, cada uno de los cuales controla una subred con dos transceptores ópticos y ocho dispositivos D1 a D8 de acuerdo con la sexta realización. Cada círculo punteado indica un área que abarca un transceptor óptico. El dispositivo D2 se ubica en un área superpuesta de diferentes subredes, los dispositivos D1, D3 y D5 se ubican en una subred, pero en áreas superpuestas de diferentes transceptores ópticos, y otros dispositivos D4, D6, D7 y D8 se ubican en áreas no superpuestas.

Se supone que los transceptores ópticos de cada subred se activan en paralelo.

En las siguientes tablas respectivas para la detección, asociación, interferencia y gestión de interferencias de acuerdo con la sexta realización se explican con referencia a las Figuras 15A a 15D.

La Figura 15A muestra una tabla que ilustra la detección de coordinadores por los dispositivos D1 a D8, en la que una entrada de tabla "O" indica que el dispositivo de una columna detecta el coordinador de la fila respectiva. Por ejemplo, el dispositivo D1 detecta el coordinador C2.

La Figura 15B muestra una tabla que ilustra la asociación de dispositivos a coordinadores, en la que una entrada de tabla "X" indica que el dispositivo de una columna se asocia al coordinador de la fila respectiva. Por ejemplo, el dispositivo D1 se asocia al coordinador C2.

5 La Figura 15C muestra una tabla que ilustra la detección de interferencias de dispositivos locales (asociados), en la que una entrada de tabla "I" indica que el dispositivo de una columna asociada al coordinador de la fila respectiva ha detectado una interferencia (y ha informado de la interferencia a los coordinadores a su alcance). Por ejemplo, el dispositivo D2 asociado al coordinador C1 ha detectado al coordinador C2.

10 Finalmente, la Figura 15D muestra una tabla que ilustra la programación que aplica cada coordinador para gestionar interferencias, en la que las columnas de la tabla se refieren solo a dos fragmentos de tiempo sucesivos TC 1 y TC 2. Similar a las Figuras 8D y 12D, la marca "*" indica un dispositivo local para el que la comunicación se restringe al período reservado local, y la marca "***" indica un dispositivo vecino para el cual las comunicaciones se restringen al período reservado vecino y la comunicación con los dispositivos locales se excluye en este período reservado.

15 Nuevamente, como primera regla de la gestión de interferencias, un coordinador restringe la comunicación con los dispositivos locales que han detectado un coordinador vecino al período reservado local. Por ejemplo, el coordinador C1 restringe la comunicación con el dispositivo D2 al período reservado 1 (Res 1) del primer fragmento de tiempo TC 1.

20 Nuevamente, como segunda regla de gestión de interferencias, un coordinador restringe la comunicación con los dispositivos locales al excluir el período reservado informado por un dispositivo vecino. Por ejemplo, el coordinador C2 excluye la comunicación con los dispositivos locales en el período reservado 1 (Res 1) del primer fragmento de tiempo (TC 1).

25 En las realizaciones anteriores, un coordinador local restringe la comunicación con un dispositivo de interferencia local (es decir, un dispositivo de informe de interferencias) al período reservado local. Sin embargo, esto puede ser subóptimo en caso de que el coordinador vecino no tenga o tenga requisitos de ancho de banda relativamente bajos para la comunicación con los dispositivos vecinos. Por ejemplo, puede que no haya ningún dispositivo para el coordinador vecino.

30 En la siguiente séptima realización, la comunicación de información de temporización se separa de la detección de interferencias cooperativa. La detección de interferencias se logra entonces porque cada coordinador anuncia su presencia en el marco de tiempo global, y cada dispositivo asociado que detecta la presencia de un coordinador vecino informa de la interferencia al difundir el identificador del coordinador detectado a los coordinadores a su alcance.

35 En cuanto a la información de temporización separada, cada coordinador informa su período reservado a sus coordinadores vecinos detectados. En términos más generales, cada coordinador puede informar información de programación a sus coordinadores vecinos detectados. La información de programación puede comunicarse a través de un dispositivo de interferencia. Por ejemplo, un coordinador local comunica su información de programación a un dispositivo de interferencia local que difunde la información de programación a los coordinadores vecinos. Como otra opción, la información de programación puede comunicarse a través de una red separada. Por ejemplo, un coordinador comunica la información de programación a sus coordinadores vecinos detectados a través de una red separada.

40 Además, en la séptima realización, los períodos libres pueden comunicarse además de los períodos reservados. Puede haber uno o varios períodos libres. En el marco de tiempo global, pueden estar presentes múltiples períodos reservados que son propiedad de múltiples coordinadores vecinos. Para evitar la superposición con estos períodos reservados, un coordinador puede determinar múltiples períodos libres. Por tanto, las reglas anteriores para la programación pueden mejorarse para la comunicación con un dispositivo de interferencia local si un coordinador vecino de este dispositivo tiene poca o ninguna comunicación con los dispositivos.

45 En la presente memoria, un período libre debe entenderse como un período que un coordinador excluye para programar la comunicación con sus dispositivos locales. Por tanto, un coordinador puede comunicar sus períodos libres a sus coordinadores vecinos además de su período reservado. Esto permite que un coordinador local programe la comunicación con un dispositivo de interferencia local también en la intersección de tres períodos libres de los coordinadores vecinos.

50 En base a las mejoras anteriores de la séptima realización, las reglas de gestión de interferencias de las realizaciones anteriores pueden cambiarse a al menos una de las reglas de que cada coordinador restringe la comunicación con un dispositivo de interferencia local a su período reservado y a las intersecciones de períodos libres de los coordinadores vecinos para este dispositivo, y que cada coordinador restringe la comunicación con los dispositivos locales al excluir sus períodos libres y el(los) período(s) reservado(s) del(de los)coordinador(es) vecino(s).

La Figura 16 muestra un marco de tiempo global (que puede corresponder a un ciclo MAC) similar a la Figura 6, en el que se definen múltiples fragmentos de tiempo (Ch1 a Ch4). Cada fragmento de tiempo puede asignarse a un coordinador en la red LiFi con varios coordinadores. Por ejemplo, un primer coordinador puede ser propietario de un primer fragmento de tiempo Ch1 y reserva un período para uso exclusivo, un segundo coordinador puede ser propietario de un segundo fragmento de tiempo Ch2 y reserva un período para uso exclusivo, etc.

Un fragmento de tiempo puede comprender un período reservado básico (B-RES) y un período extendido opcional (E-RES). Además de las realizaciones anteriores, un coordinador puede determinar períodos libres (F) en cualquier fragmento de tiempo, en el que excluye la comunicación con sus dispositivos locales.

Más específicamente, la Figura 16 indica un marco de tiempo global para un coordinador que posee el primer fragmento de tiempo Ch1. En Ch1, el coordinador asigna un período reservado y mantiene el resto libre. El coordinador también puede proporcionar un período libre en los fragmentos de tiempo que no son de propiedad Ch2, Ch3, Ch4. El coordinador no programa intervalos de tiempo para sus dispositivos locales en estos períodos libres. El coordinador puede asignar intervalos de tiempo para los dispositivos sin interferencia en períodos de tiempo ocupados (OCC) y/o para todos sus dispositivos asociados en el período reservado extendido. Un período ocupado se alinea con el final de un fragmento de tiempo. Esto tiene la ventaja de que si un dispositivo local se mueve de una zona de no interferencia a una zona de interferencia, entonces la programación de este dispositivo no interfiere con el coordinador vecino si este período ocupado cae dentro del período libre del fragmento de tiempo que es propiedad del coordinador vecino.

Esto conduce a las siguientes reglas mejoradas para la séptima realización:

Un coordinador es libre de reservar un período para la comunicación con sus dispositivos locales en sus propios fragmentos de tiempo (preconfigurados). Inicialmente, un coordinador solo programa intervalos en su período reservado. Además, el coordinador puede extender su programación a intervalos de tiempo en otros períodos de acuerdo con al menos una de las siguientes restricciones:

El coordinador no debe programar ningún intervalo de tiempo en un período reservado básico (B-RES) de ningún fragmento de tiempo que no sea de propiedad para garantizar que el procedimiento de detección de interferencias se ejecute sin interferencias. Además, si el coordinador detecta interferencias con una red vecina (por ejemplo, OWPAN), entonces, para cada dispositivo de interferencia local, el coordinador restringe la comunicación con este dispositivo a su período reservado y para cada fragmento de tiempo que no es de propiedad a la intersección de períodos libres de los coordinadores vecinos para este dispositivo, y para cada dispositivo de interferencia vecino, el coordinador restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir sus períodos libres y el período reservado del coordinador vecino asociado para este dispositivo.

La Figura 17 muestra una arquitectura esquemática de una red LiFi ilustrativa con cuatro coordinadores C1 a C4 y ocho dispositivos D1 a D8. Cada círculo punteado indica el área que abarca una OWPAN. Algunos dispositivos D1, D2, D3 y D5 se ubican en un área superpuesta, mientras que otros dispositivos D4, D6, D7 y D8 se ubican en áreas no superpuestas.

La Figura 18A muestra una tabla que ilustra la detección de coordinadores por los dispositivos D1 a D8, en la que una entrada de tabla "O" indica que el dispositivo de una columna detecta el coordinador de la fila respectiva. Por ejemplo, el dispositivo D6 detecta el coordinador C1.

La Figura 18B muestra una tabla que ilustra la asociación de dispositivos a coordinadores, en la que una entrada de tabla "X" indica que el dispositivo de una columna se asocia al coordinador de la fila respectiva. Por ejemplo, el dispositivo D2 se asocia al coordinador C1.

La Figura 18C muestra una tabla que ilustra la detección de interferencias de dispositivos locales (asociados), en la que una entrada de tabla "I" indica que el dispositivo de una columna ha detectado una interferencia (y ha informado de la interferencia a los coordinadores a su alcance).

Si todos los coordinadores no proporcionaran ningún período libre, las nuevas reglas no tendrían ningún efecto sobre la programación en comparación con las realizaciones anteriores. Sin embargo, las nuevas reglas proporcionan ventajas si no todos los coordinadores tienen que lidiar con una alta demanda de tráfico. Si un coordinador tiene poca demanda de tráfico, como es el caso del coordinador C2, tiene sentido proporcionar períodos libres para sus coordinadores vecinos. A continuación, se asume que los coordinadores C1, C3 y C4 no ofrecen períodos libres y el coordinador C2 ofrece períodos libres en todos los fragmentos de tiempo.

La Figura 18D muestra una tabla que ilustra la programación que aplica cada coordinador para gestionar interferencias, en la que las columnas de la tabla se refieren a cuatro fragmentos de tiempo sucesivos Ch1 a Ch4. Aquí, la marca "*" indica un dispositivo de interferencia local, la marca "***" indica un dispositivo de interferencia vecino, y "(Di*)" indica una programación adicional de un dispositivo de interferencia local Di en una intersección de períodos libres. Las columnas "Reservado por" indican el período reservado ampliado (E-RES). El período reservado básico (B-RES) ya está cubierto por la regla de que el coordinador no debe programar ningún intervalo de tiempo en

el período reservado básico de ningún fragmento de tiempo que no sea de propiedad para garantizar que el procedimiento de detección de interferencias se ejecute sin interferencias y no se muestre en esta figura.

Para cada dispositivo de interferencia local, el coordinador restringe la comunicación con este dispositivo a su período reservado y para cada fragmento de tiempo que no sea de propiedad a la intersección de los períodos libres de los coordinadores vecinos para este dispositivo. Por lo tanto, para el dispositivo D2, el coordinador C1 restringe la comunicación al período reservado del primer fragmento de tiempo Ch1 (sin período libre por C3). Para el dispositivo D5, el coordinador C1 restringe la comunicación al período reservado del primer fragmento de tiempo Ch1 y los períodos libres de C2 en Ch2, Ch3 y Ch4. Para el dispositivo D1, el coordinador C3 restringe la comunicación al período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 (sin período libre por C1). Para el dispositivo D3, el coordinador C3 restringe la comunicación al período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 (sin período libre por C4). Por lo tanto, de acuerdo con esta parte de las reglas (para cada dispositivo de interferencia local), Ch3 todavía está permitido.

Además, para cada dispositivo de interferencia vecino, el coordinador restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir sus períodos libres y el período reservado del coordinador vecino asociado para este dispositivo. Por lo tanto, para el dispositivo D1, el coordinador C1 restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir el período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 (sin período libre por C1). Dado que el coordinador C3 reserva todo el fragmento de tiempo de Ch3 para su propio uso, el coordinador C1 no debe comunicarse con el dispositivo D5 en el fragmento de tiempo Ch3 para evitar interferencias con el dispositivo D1. Por tanto, el período libre del coordinador C2 en Ch3 no puede usarse por el coordinador C1 para D5. Para el dispositivo D5, el coordinador C2 restringe la comunicación con sus dispositivos locales (potenciales) al excluir el período reservado del primer fragmento de tiempo Ch1 y los períodos libres por el coordinador C2. Para el dispositivo D2, el coordinador C3 restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir el período reservado del primer fragmento de tiempo Ch1 (sin período libre por el coordinador C3). Para el dispositivo D1, el coordinador C4 restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir el período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 (sin período libre por C4). Para el dispositivo D3, el coordinador C4 restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir el período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 (sin período libre por C4).

Se observa que la restricción de, por ejemplo, el dispositivo D5 por el coordinador C1 se ha relajado en comparación con las realizaciones anteriores, ya que se ha mejorado el tiempo de comunicación permitido del coordinador C1 con el dispositivo D5.

A continuación, se asume que el coordinador C4 ofrece períodos parcialmente libres del primer al tercer fragmento de tiempo Ch1 a Ch3 y el coordinador C2 ofrece períodos libres máximos en todos los fragmentos de tiempo Ch1 a Ch4.

Finalmente, la Figura 18E muestra una tabla que ilustra la programación que aplica cada coordinador para gestionar interferencias de acuerdo con las nuevas reglas con el supuesto adicional anterior. Nuevamente, las columnas "Reservado por" indican el período reservado extendido.

Para cada dispositivo de interferencia local, el coordinador restringe la comunicación con este dispositivo a su período reservado y para cada fragmento de tiempo que no es de propiedad a la intersección de los períodos libres de los coordinadores vecinos para este dispositivo. Por lo tanto, para el dispositivo D1, el coordinador C1 restringe la comunicación al período reservado del primer fragmento de tiempo Ch1 (sin período libre por C3). Para el dispositivo D5, el coordinador C1 restringe la comunicación al período reservado del primer fragmento de tiempo Ch1 y los períodos libres de C2 en los segmentos de tiempo Ch2 a Ch4. Para el dispositivo D1, el coordinador C3 restringe la comunicación al período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 (sin período libre por C1). Para el dispositivo D3, el coordinador C3 restringe la comunicación al período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 y los períodos libres por C4.

Además, para cada dispositivo de interferencia vecino, el coordinador restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir sus períodos libres y el período reservado del coordinador vecino asociado para este dispositivo. Por lo tanto, para el dispositivo D1, el coordinador C1 restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir el período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 (sin período libre por C1). Para el dispositivo D5, el coordinador C2 restringe la comunicación con sus dispositivos locales (potenciales) al excluir el período reservado del primer fragmento de tiempo Ch1 y los períodos libres por C2. Para el dispositivo D2, el coordinador C3 restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir el período reservado del primer fragmento de tiempo Ch1 (sin período libre por C3). Para el dispositivo D1, el coordinador C4 restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir el período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 y los períodos libres por el coordinador C4. Para el dispositivo D3, el coordinador C4 restringe la comunicación con sus dispositivos locales al excluir el período reservado del tercer fragmento de tiempo Ch3 y los períodos libres por el coordinador C4.

Aquí, las restricciones del dispositivo D5 por el coordinador C1 y del dispositivo D3 por el coordinador C3 se han relajado en comparación con las realizaciones anteriores. De acuerdo con una modificación de al menos algunas de las realizaciones anteriores, un coordinador puede determinar la presencia de un coordinador vecino en base a un

informe de interferencia de un dispositivo de informe y para determinar el período reservado del coordinador vecino en base a un informe o anuncio del coordinador vecino a través de una red troncal. Aquí, después del informe de presencia de un coordinador vecino por el dispositivo de informe, los coordinadores se proporcionan con información suficiente para intercambiar más información de temporización (período reservado, período libre, etc.) a través de la red troncal.

Si un coordinador puede recibir un anuncio de otro coordinador, por ejemplo, a través de una red troncal, necesita saber que este otro coordinador es un coordinador vecino, lo que significa que un dispositivo de informe también está al alcance del otro coordinador. Esto puede lograrse mediante un informe de un dispositivo que también detectó al coordinador vecino.

Con respecto al reporte de interferencia en al menos algunas de las realizaciones anteriores, es deseable que dos coordinadores cooperantes se proporcionen con información sobre un dispositivo de interferencia. Desde esa perspectiva, tiene sentido que el dispositivo de informe informe al coordinador local y al coordinador vecino.

Sin embargo, como alternativa, los coordinadores pueden comunicarse a través de una segunda red (por ejemplo, a través de una red troncal), de modo que un dispositivo solo debe notificarse a un coordinador. A modo de ejemplo, se supone que se proporcionan dos coordinadores C1 y C2 y tres dispositivos D1, D2 y D3 en una red LiFi. Los dispositivos D1 y D2 se asocian al coordinador C1 y el dispositivo D3 se asocia al coordinador C2, mientras que el dispositivo D2 se ubica en una zona superpuesta. Ahora, si el dispositivo D2 solo informara al coordinador C1, el coordinador C1 restringiría la comunicación con el dispositivo D2 al período reservado, mientras que el coordinador C2 no estaría al tanto del dispositivo D2 y programaría la comunicación con el dispositivo D3, incluido el período reservado para el dispositivo D2. Por tanto, las subredes interferirían.

Este problema puede resolverse al proporcionar la segunda red que conecta a los coordinadores C1 y C2. Después de recibir el informe del dispositivo D2, el coordinador C1 podría informar al coordinador C2 sobre la detección del dispositivo D2 y su período reservado a través de la segunda red.

En resumen, se ha descrito una red LiFi con múltiples coordinadores, donde puede ocurrir interferencia en las áreas superpuestas entre las partes locales de la red si cada coordinador determina su propia programación local para comunicarse con los dispositivos. Para resolver este problema, se propone una cooperación entre los coordinadores para determinar las programaciones locales que no interfieran, por lo que los coordinadores se basan en informes de interferencia de los dispositivos en las áreas superpuestas y aplican un pequeño número de reglas simples. El procedimiento propuesto es simple, escalable e independiente de una unidad central.

Mientras la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, dicha ilustración y descripción deben considerarse ilustrativas o de ejemplo y no restrictivas. La invención no se limita a las realizaciones divulgadas. Los procedimientos de detección y gestión de interferencias propuestos pueden aplicarse y posiblemente estandarizarse en otros tipos de redes inalámbricas y con otros tipos de marcos de tiempo y campos de control. Además, la invención puede aplicarse en cualquier tipo de dispositivos de red que implementen la función de un coordinador o la función de un dispositivo asociado, respectivamente.

Otras variaciones a las realizaciones divulgadas pueden entenderse y efectuarse por los expertos en la técnica en la práctica de la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación, y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluyen una pluralidad. Un único procesador u otra unidad pueden cumplir las funciones de varios elementos expuestos en las reivindicaciones. El mero hecho de que ciertas medidas se exponen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse para beneficio. Descripción detallada de ciertas realizaciones de la invención. Se apreciará, sin embargo, que no importa cuán detallado aparezca lo anterior en el texto, la invención puede ponerse en práctica de muchas formas y, por lo tanto, no se limita a las realizaciones divulgadas. Cabe señalar que el uso de terminología particular cuando se describen ciertas características o aspectos de la invención no debe interpretarse en el sentido de que la terminología se redefine en la presente memoria para restringirla a incluir características específicas de las características o aspectos de la invención con el que se asocia esa terminología.

Una única unidad o dispositivo puede cumplir las funciones de diversos elementos mencionados en las reivindicaciones. El mero hecho de que ciertas medidas se exponen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse para beneficio.

Las operaciones descritas como las indicadas en las Figuras 3 y 4 pueden implementarse como medios de código de programa de un programa informático y/o como hardware específico del dispositivo de puesta en marcha o dispositivo de luminaria, respectivamente. Un programa informático puede almacenarse y/o distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, pero también puede distribuirse en otras formas, tales como a través del Internet u otros sistemas de telecomunicaciones cableados o inalámbricos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores (C1-Cn) y una pluralidad de dispositivos (D1-Dn) asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores (C1-Cn),

en el que al menos uno de los coordinadores (C1-Cn) se adapta para determinar (S301) un período reservado propio de un marco de tiempo global utilizado para las transmisiones y se adapta además para anunciar su identificador y su período reservado propio determinado

en el que al menos uno de los dispositivos (D1-Dn) se adapta para comprobar (S403) si se ha recibido un anuncio con un identificador de un coordinador vecino, para generar un informe de interferencia que comprende al menos uno de un identificador de un coordinador local asociado y el identificador del coordinador vecino, e informar el informe de interferencia al coordinador local asociado o al coordinador vecino o difundir el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance; y

en el que el al menos un coordinador (C1-Cn) se adapta además para determinar (S302) la presencia de un coordinador vecino y su período reservado en base a al menos uno de un informe de interferencia recibido desde un dispositivo de informe de los dispositivos (D1-Dn) y un informe del coordinador vecino, y para controlar las transmisiones mediante al menos uno de limitar (S303) la comunicación con el dispositivo de informe a su período reservado propio en el marco de tiempo global y limitar (S304) la comunicación con otros de los dispositivos (D1-Dn) al excluir del marco de tiempo global el período reservado del coordinador vecino informado por el dispositivo de informe o por el coordinador vecino; y

en el que la red inalámbrica se basa en una comunicación óptica con carácter de línea de visión directa.

2. Un coordinador para un sistema para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores (C1-Cn) y una pluralidad de dispositivos (D1-Dn) asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores (C1-Cn), en el que el coordinador se adapta para determinar (S301) un período reservado propio de un marco de tiempo global utilizado para las transmisiones y para anunciar su identificador y su período reservado propio determinado, en el que el coordinador se adapta además para determinar (S302) la presencia de un coordinador vecino y su período reservado en base a al menos uno de un informe de interferencia recibido de un dispositivo de informe de los dispositivos (D1-Dn) y un informe del coordinador vecino, y para controlar las transmisiones mediante al menos una de limitar (S303) la comunicación con el dispositivo de informe a su período reservado propio en el marco de tiempo global y limitar (S304) la comunicación con otros de los dispositivos (D1-Dn) al excluir del marco de tiempo global el período reservado del coordinador vecino informado por el dispositivo de informe o por el coordinador vecino; y en el que la red inalámbrica se basa en una comunicación óptica con carácter de línea de visión directa.

3. El coordinador de la reivindicación 2, en el que en el sistema para gestionar interferencias en una red inalámbrica al menos dos coordinadores (C1-Cn) se sincronizan de manera que el tiempo de inicio y el tiempo de repetición del marco de tiempo global sea igual para los al menos dos coordinadores (C1-Cn).

4. El coordinador de la reivindicación 2, en el que el coordinador se preconfigura para poseer un período de tiempo predeterminado del marco de tiempo global, y en el que el período reservado propio se proporciona dentro del período de tiempo predeterminado.

5. El coordinador de la reivindicación 4, en el que el coordinador se adapta para extender el período reservado propio hasta el final del período de tiempo predeterminado.

6. El coordinador de la reivindicación 2, en el que el coordinador se adapta para aplicar dentro del período reservado propio al menos uno de un período de anuncio para difundir

- su identificador,
- un período de informe en el que un dispositivo asociado informa las interferencias,
- un período de programación para proporcionar una programación de intervalos para la comunicación con sus dispositivos asociados, y un período de asociación como una oportunidad para que los dispositivos se asocien.

7. El coordinador de la reivindicación 2, en el que el coordinador se adapta para asignar menos intervalos de tiempo en el período reservado propio para dispositivos no interferentes y para compensarlo al asignar más intervalos de tiempo en otros períodos de tiempo del marco de tiempo global para los dispositivos no interferentes para liberar intervalos de tiempo en el período reservado propio para su asignación a dispositivos interferentes.

8. El coordinador de la reivindicación 2, en el que el coordinador se adapta para determinar adicionalmente al menos un período libre propio del marco de tiempo global y para anunciar el al menos un período libre propio determinado mediante la comunicación a través de un dispositivo que ha detectado un coordinador vecino o mediante una red separada, y en el que el coordinador se adapta además para controlar las transmisiones mediante al menos uno de limitar la comunicación con el dispositivo de informe a su período reservado propio y a

las intersecciones de los períodos libres de los coordinadores vecinos y limitar la comunicación con otros de los dispositivos (D1-Dn) al excluir su propio período libre y el período reservado del coordinador vecino informado por el dispositivo de informe o por el coordinador vecino.

- 5 9. El coordinador de la reivindicación 2, en el que el coordinador se adapta para informar el período reservado propio mediante al menos uno de comunicarse a través de un dispositivo que ha detectado a otro coordinador o mediante una red separada.
- 10 10. Un dispositivo para un sistema para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores (C1-Cn) y una pluralidad de dispositivos (D1-Dn) asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores (C1-Cn), en el que el dispositivo se adapta para comprobar (S403) si se ha recibido un anuncio con un identificador de un coordinador vecino, para generar un informe de interferencia que comprende al menos uno de un identificador de un coordinador local asociado y el identificador del coordinador vecino, y para informar el informe de interferencia al coordinador local asociado o al coordinador vecino o para difundir el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance; y en el que la red inalámbrica se basa en una comunicación óptica con carácter de línea de visión directa.
- 15 11. El dispositivo de la reivindicación 10, en el que el aparato se adapta para detectar uno de los al menos dos coordinadores (C1-Cn) en base a su anuncio, para alinearse con el marco de tiempo global proporcionado por el coordinador detectado, y para asociarse con el coordinador detectado mediante el uso de un protocolo existente.
- 20 12. El dispositivo de la reivindicación 10, en el que el dispositivo se adapta para generar un informe de interferencia que comprende el identificador y un período reservado de un marco de tiempo global de un coordinador local asociado y del coordinador vecino, y para informar el informe de interferencia al coordinador local asociado o al coordinador vecino, o difundir el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance.
- 25 13. El dispositivo de la reivindicación 10, en el que el dispositivo se adapta para generar un informe de interferencia que comprende el identificador, el período reservado y al menos un período libre de un marco de tiempo global de un coordinador local asociado y del coordinador vecino, y para informar el informe de interferencia al coordinador local asociado o difundir el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance.
- 30 14. El sistema de la reivindicación 1, en el que la red inalámbrica comprende al menos dos redes inalámbricas de área personal ópticas superpuestas, OWPAN, cada una controlada por uno de los al menos dos coordinadores (C1-Cn), y en el que cada OWPAN proporciona conexiones para la pluralidad de dispositivos (D1-Dn).
- 35 15. El sistema de la reivindicación 1, en el que los al menos dos coordinadores (C1-Cn) comparten un medio para la comunicación de enlace descendente en la red inalámbrica y la pluralidad de dispositivos (D1-Dn) comparten un medio para la comunicación de enlace ascendente en la red inalámbrica.
- 40 16. El sistema de la reivindicación 15, en el que al menos una de una indicación de medio libre y una indicación de medio ocupado se usa para controlar un acceso a un medio de enlace ascendente.
- 45 17. Un procedimiento para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores (C1-Cn) y una pluralidad de dispositivos (D1-Dn) asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores (C1-Cn), en el que el procedimiento comprende:

determinar (S301) en uno de los al menos dos coordinadores (C1-Cn) un período reservado propio de un marco de tiempo global utilizado para las transmisiones;
anunciar por parte del coordinador su identificador y su período reservado propio determinado;
50 determinar (S302) la presencia de un coordinador vecino y su período reservado en base a al menos uno de un informe de interferencia recibido de un dispositivo de informe de los dispositivos (D1-Dn) y un informe del coordinador vecino; y
controlar las transmisiones mediante al menos uno de los siguientes: limitar (S303) la comunicación con el dispositivo de informe a su período reservado propio en el marco de tiempo global y limitar (S304) la
55 comunicación con otros dispositivos (D1-Dn) al excluir del marco de tiempo global el período reservado del coordinador vecino informado por el dispositivo de informe o por el coordinador vecino;
y en el que la red inalámbrica se basa en una comunicación óptica con carácter de línea de visión directa.
- 60 18. El procedimiento de la reivindicación 17, que comprende además determinar en uno de los al menos dos coordinadores (C1-Cn) al menos un período libre propio del marco de tiempo global, anunciar el al menos un período libre propio y controlar las transmisiones por al menos uno de limitar la comunicación con el dispositivo de informe a su período reservado propio y a las intersecciones de períodos libres de coordinadores vecinos y limitar la comunicación con otros de los dispositivos (D1-Dn) al excluir al menos un período libre propio y el período reservado del coordinador vecino informado por el dispositivo de informe o por el coordinador vecino.
- 65

19. El procedimiento de la reivindicación 17, en el que el informe comprende la comunicación a través de un dispositivo que ha detectado al coordinador vecino o mediante una red separada.
- 5 20. Un procedimiento para gestionar interferencias en una red inalámbrica que comprende al menos dos coordinadores (C1-Cn) y una pluralidad de dispositivos (D1-Dn) asociados selectivamente a uno respectivo de los coordinadores (C1-Cn), en el que el procedimiento comprende:
- 10 comprobar (S403) si se ha recibido un anuncio con un identificador de un coordinador vecino;
 generar un informe de interferencia que comprende al menos uno de un identificador de un coordinador local asociado y el identificador del coordinador vecino, y
 informar el informe de interferencia al coordinador local asociado o al coordinador vecino o difundir el informe de interferencia a todos los coordinadores a su alcance;
 y en el que la red inalámbrica se basa en una comunicación óptica con carácter de línea de visión directa.
- 15 21. El procedimiento de la reivindicación 20, en el que el informe de interferencia comprende el identificador y el período reservado del marco de tiempo global de un coordinador local asociado y del coordinador vecino.
- 20 22. El procedimiento de la reivindicación 20, en el que el informe de interferencia comprende el identificador, el período reservado y al menos un período libre del marco de tiempo global de un coordinador local asociado y del coordinador vecino.
23. Un producto de programa informático que comprende un medio de código para producir los pasos de la reivindicación 17 o 20 cuando se ejecuta en un dispositivo informático.

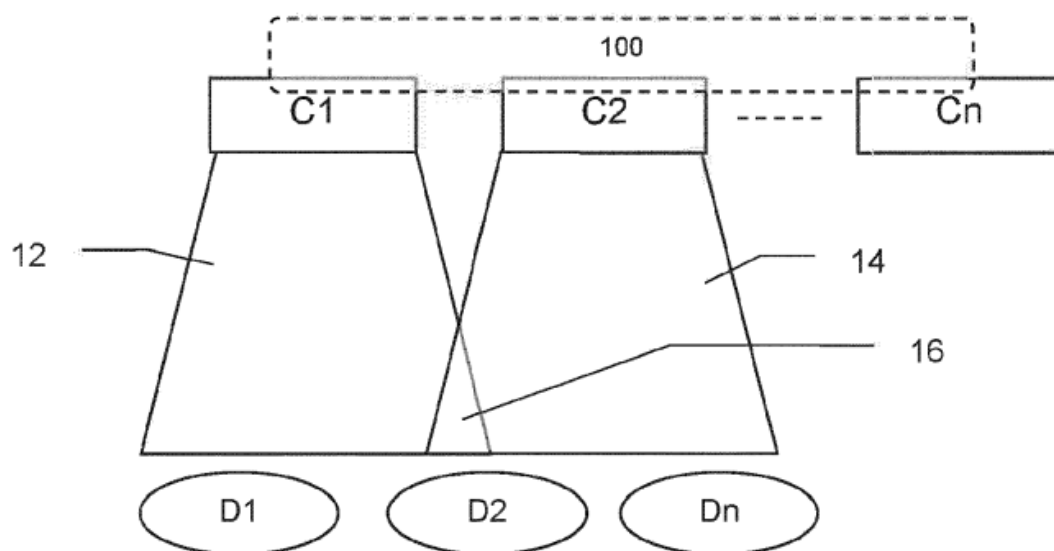


Figura 1

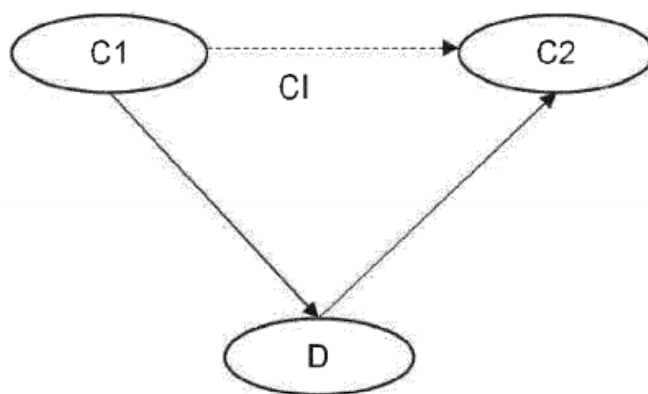


Figura 2

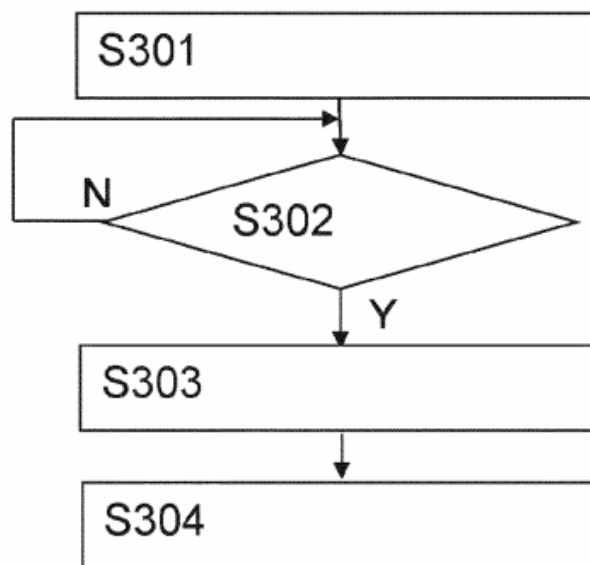


Figura 3

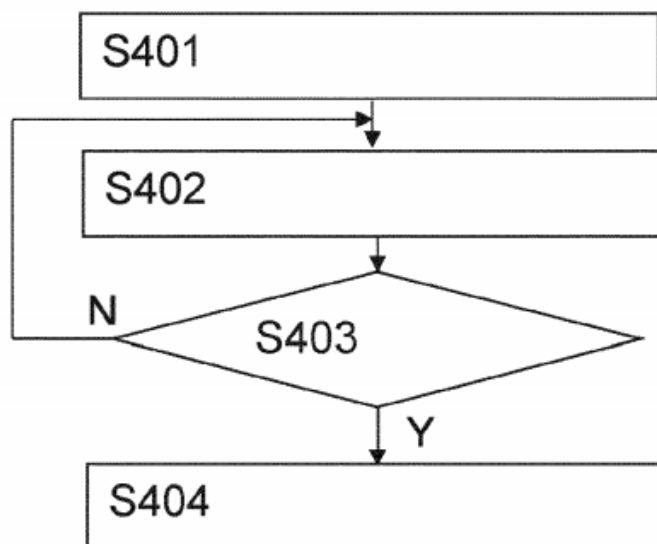


Figura 4

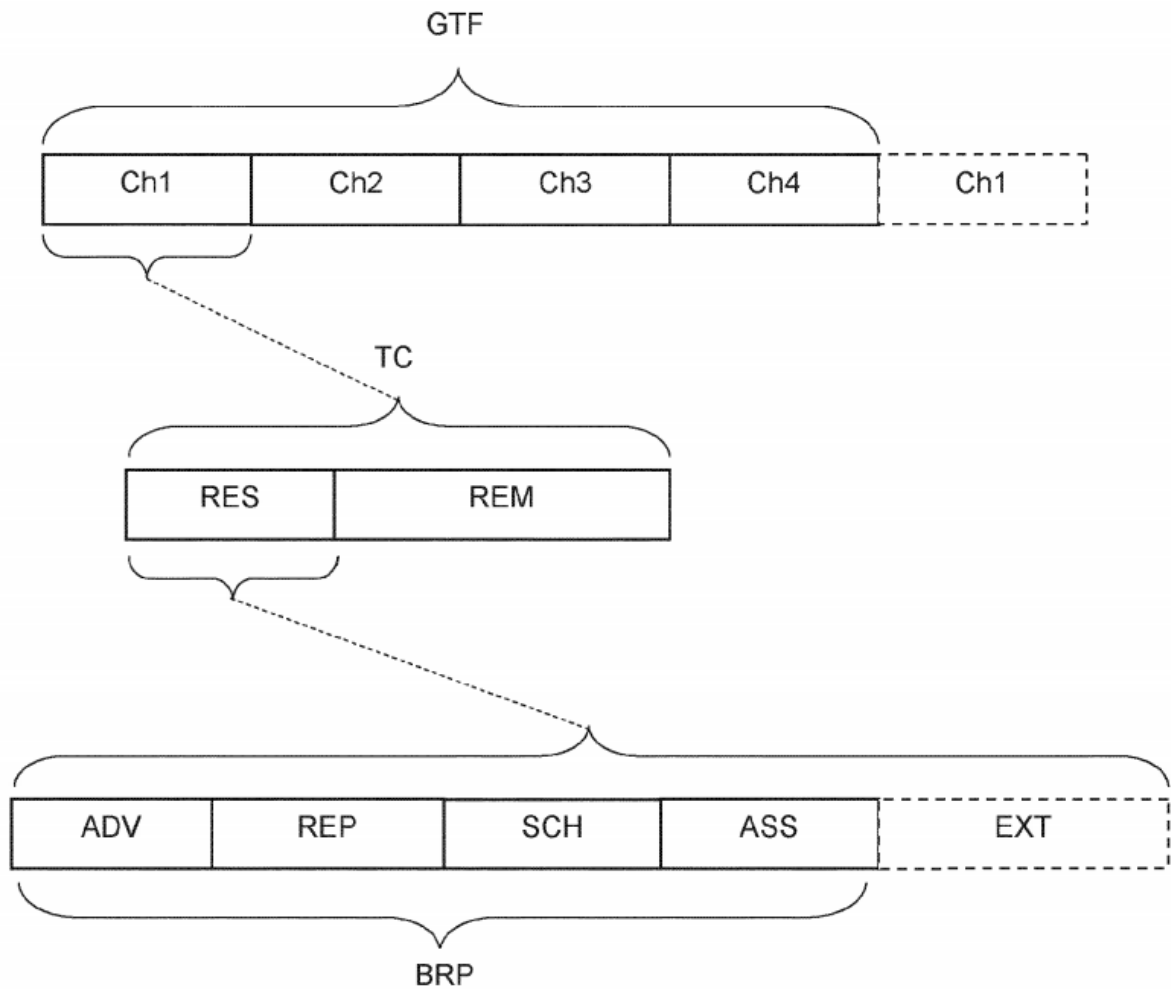


Figura 5

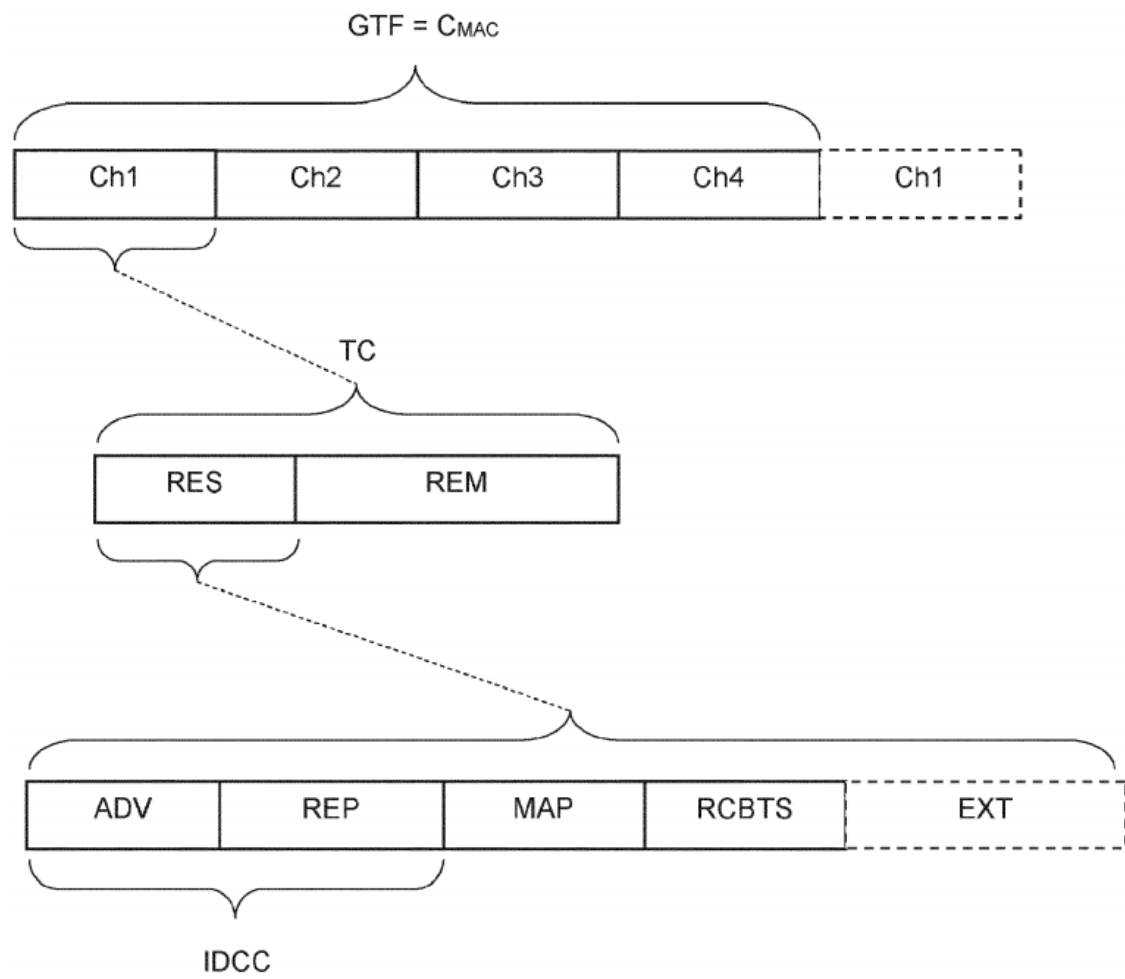


Figura 6

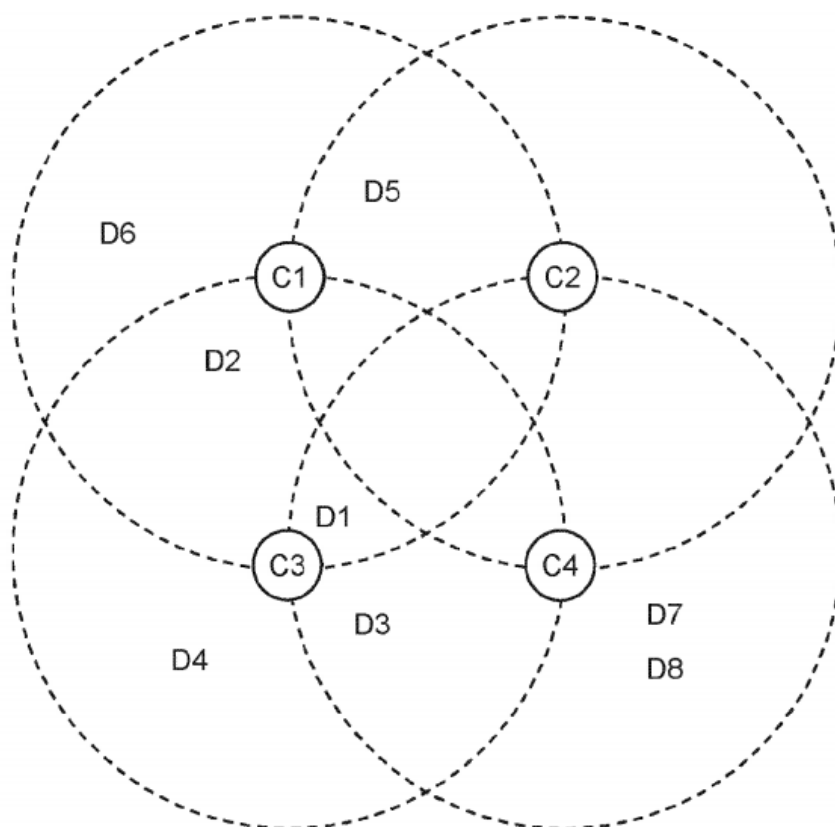


Figura 7

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1	O	O			O	O		
C2					O			
C3	O	O	O	O				
C4	O		O				O	O

Figura 8A

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1	O	X			X	X		
C2					O			
C3	X	O	X	X				
C4	O		O				X	X

Figura 8B

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1	O	I			I	X		
C2					O			
C3	I	O	I	X				
C4	O		O				X	X

Figura 8C

	TC 1	TC 2	TC 3	TC 4
	Res 1	Res 2	Res 3	Res 4
C1	D2*, D5*, D6	D6	D1**	D6
C2	D5**			
C3	D2**	D4	D1*, D3*, D4	D4
C4	D7, D8	D7, D8	D1**, D3**	D7, D8

Figura 8D

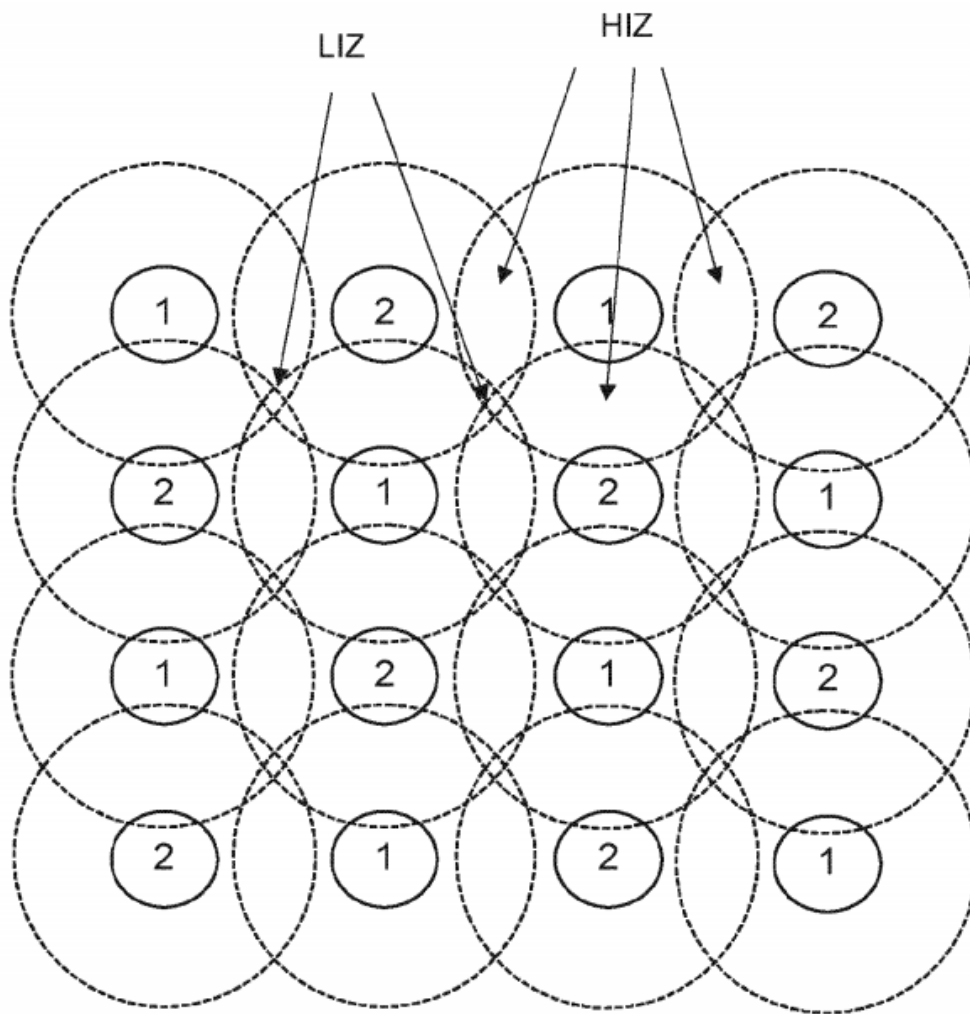


Figura 9

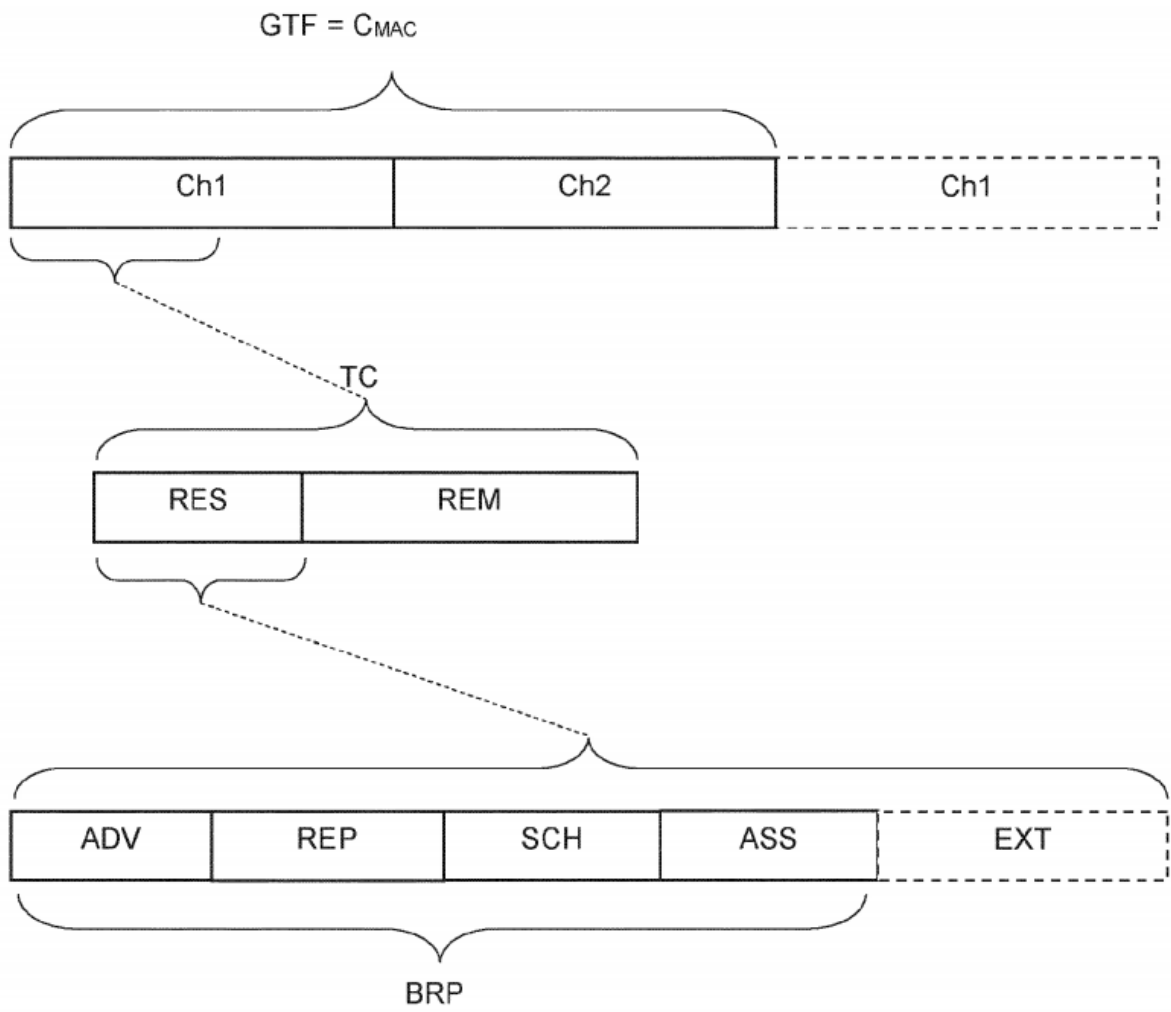
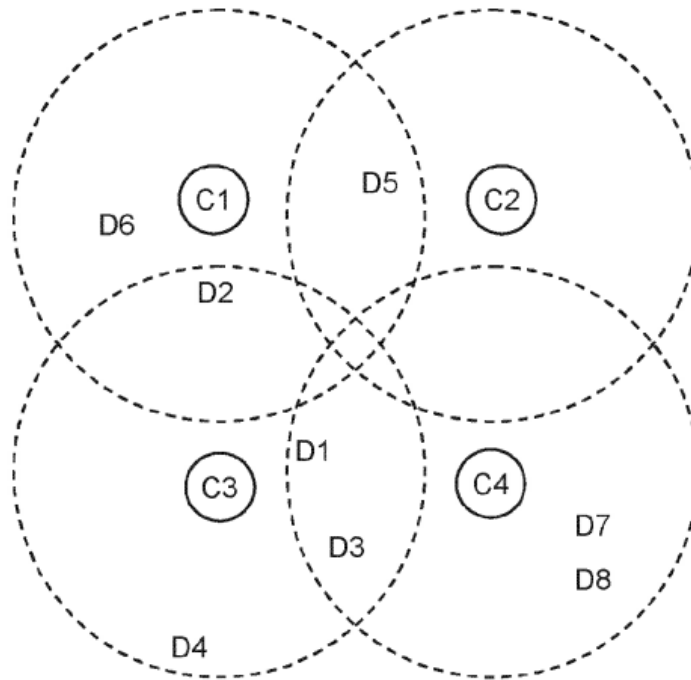


Figura 10

**Figura 11**

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1		O			O	O		
C2					O			
C3	O	O	O	O				
C4	O		O				O	O

Figura 12A

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1		X			X	X		
C2					O			
C3	X	O	X	X				
C4	O		O				X	X

Figura 12B

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1		I			I	X		
C2					O			
C3	I	O	I	X				
C4	O		O				X	X

Figura 12C

	TC 1		TC 2	
	Res 1	Res 4	Res 2	Res 3
C1	D2*, D5*, D6	D6	D6	D6
C2	D5**			
C3	D2**	D4	D4	D1*, D3*, D4
C4	D7, D8	D7, D8	D7, D8	D1**, D3**

Figura 12D

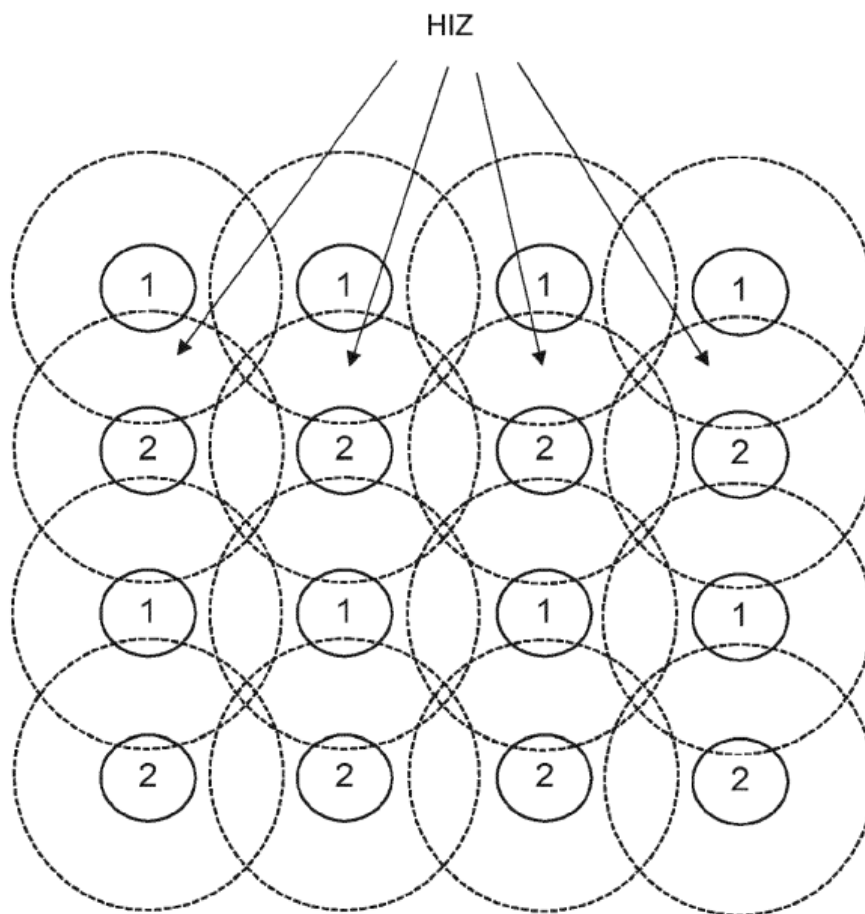


Figura 13

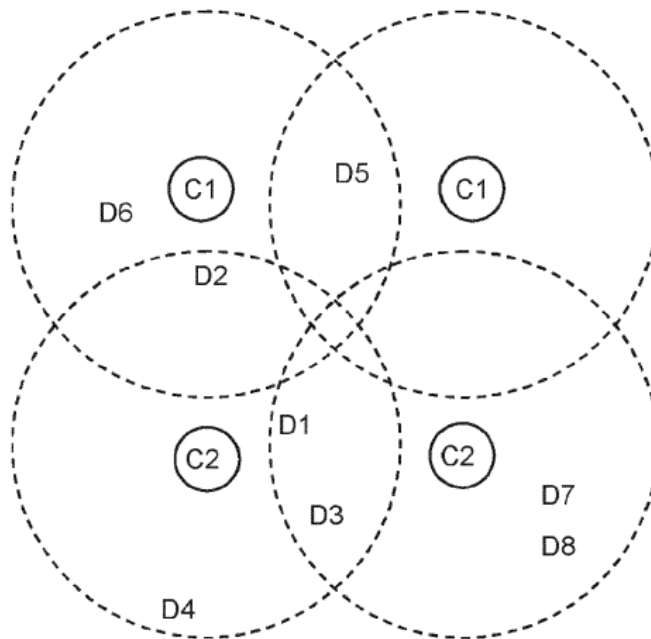


Figura 14

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1		O			O	O		
C2	O	O	O	O			O	O

Figura 15A

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1		X			X	X		
C2	X	O	X	X			X	X

Figura 15B

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1		I			X	X		
C2	X	O	X	X			X	X

Figura 15C

	TC 1	TC 2
	Res 1	Res 2
C1	D2*, D5, D6	D5, D6
C2	D2**	D1, D3, D4, D7, D8

Figura 15D

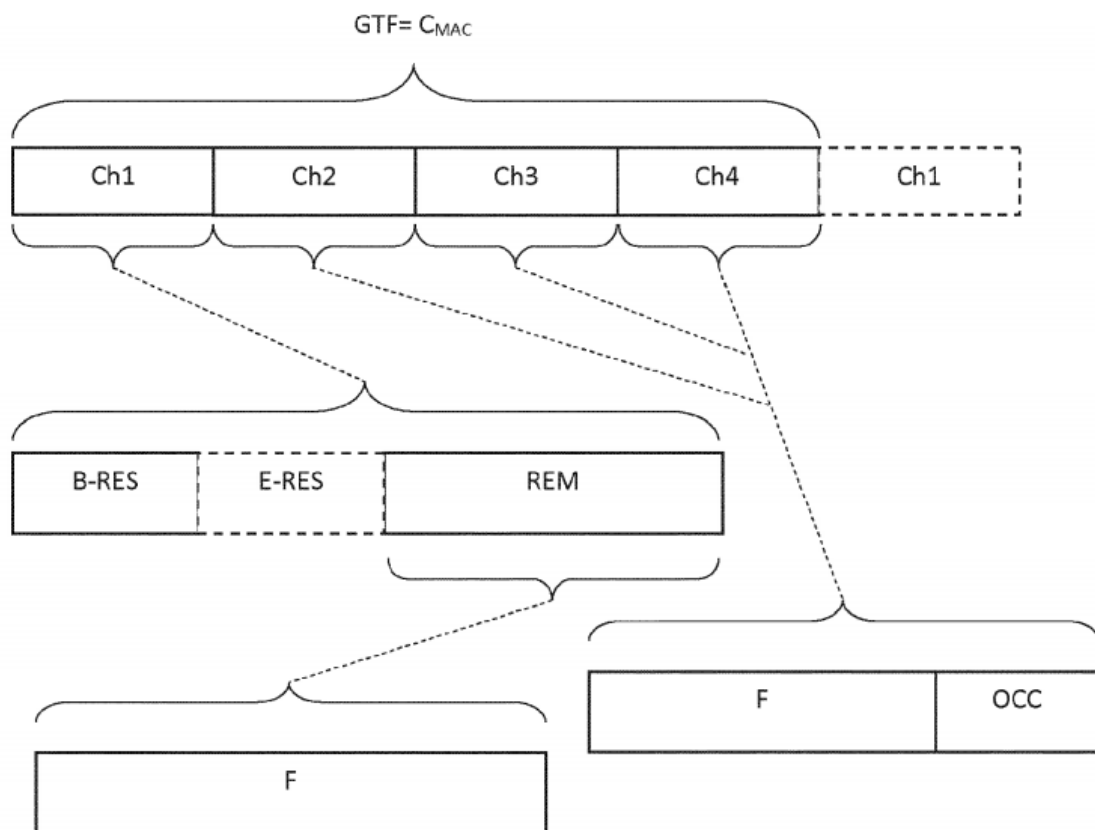


Figura 16

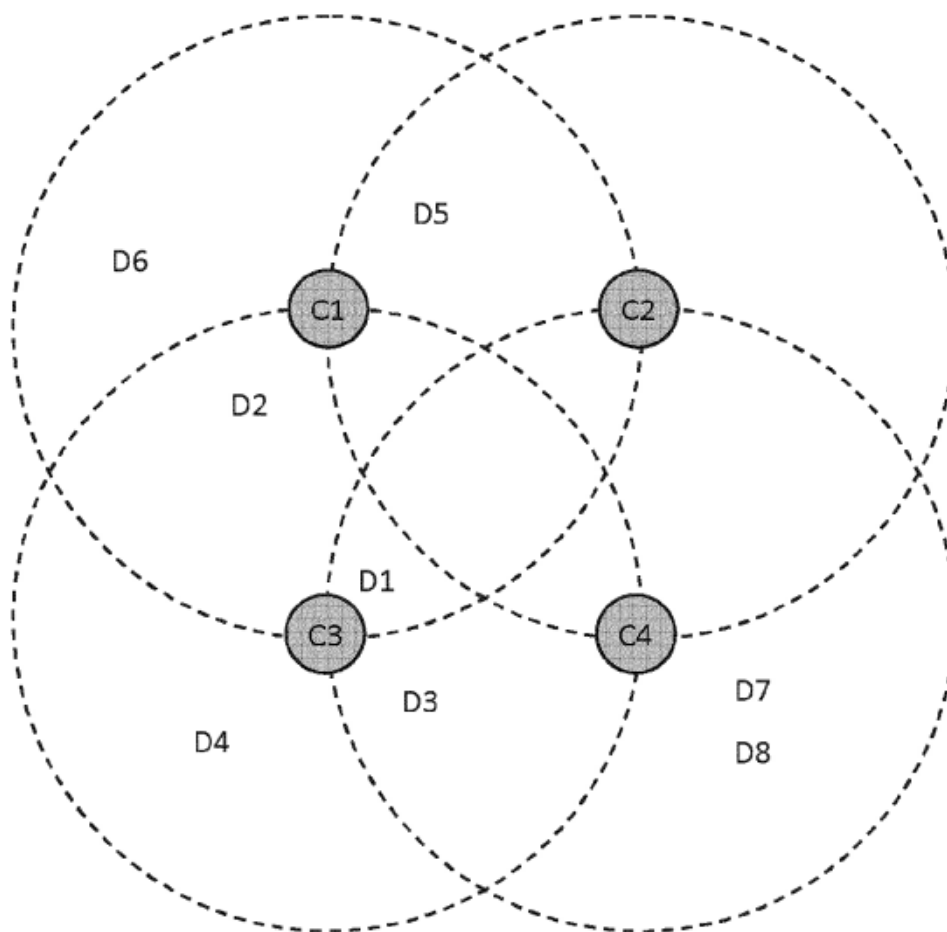


Figura 17

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1	0	0			0	0		
C2					0			
C3	0	0	0	0				
C4	0		0				0	0

Figura 18A

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1	O	X			X	X		
C2					O			
C3	X	O	X	X				
C4	O		O				X	X

Figura 18B

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
C1	O	I			I	X		
C2					O			
C3	I	O	I	X				
C4	O		O				X	X

Figura 18C

	Ch1		Ch2		Ch3		Ch4	
Reservado por	C1	C1	C2		C3	C3	C4	C4
Liberados por	C2	C2		C2	C2	C2	C2	C2
C1	D2*, D5*, D6	D2*, D5*, D6	D6	D6, (D5*)	D1**	D1**	D6, (D5*)	D6, (D5*)
C2	D5**	D5**						
C3	D2**	D2**	D4	D4	D1*, D3*, D4	D1*, D3*, D4	D4	D4
C4	D7, D8	D7, D8	D7, D8	D7, D8	D1**, D3**	D1**, D3**	D7, D8	D7, D8

Figura 18D

	Ch1			Ch2			Ch3			Ch4		
Reservado por	C1	C1	C1	C2			C3	C3	C3	C4	C4	C4
Liberados por	C2, C4	C2, C4	C2	C2, C4	C2, C4	C2	C2, C4	C2, C4	C2	C2	C2	C2, C4
C1	D2*, D5*, D6	D2*, D5*, D6	D2*, D5*, D6	D6	D6, (D5*)	D6, (D5*)	D1**	D1**	D1**	D6, (D5*)	D6, (D5*)	D6, (D5*)
C2	D5**	D5**	D5**									
C3	D2**	D2**	D2**	D4, (D3*)	D4, (D3*)	D4	D1*, D3*, D4	D1*, D3*, D4	D1*, D3*, D4	D4	D4	D4
C4			D7, D8			D7, D8	D1**, D3**	D1**, D3**	D1**, D3**	D7, D8	D7, D8	D7, D8

Figura 18E