

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 919**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2013 PCT/US2013/075874**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15094197**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2013 E 13821031 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3114891**

54 Título: **Sistemas, métodos y aparatos para implementar compartición de datos inalámbricos distribuidos y sistemas de control**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.08.2019

73 Titular/es:

**ASSIA SPE, LLC (100.0%)
1209 Orange Street
Wilmington, DE 19801, US**

72 Inventor/es:

**TEHRANI, ARDAVAN MALEKI;
KERPEZ, KENNETH J. y
CHIANG, MUNG**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 721 919 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

Sistemas, métodos y aparatos para implementar compartición de datos inalámbricos distribuidos y sistemas de control

5

Campo técnico

La materia descrita en este documento se refiere en general al campo de la informática, y, más en concreto, a sistemas, métodos y aparatos para implementar compartición de datos inalámbricos distribuidos y sistemas de control.

10

Antecedentes

La materia explicada en la sección de Antecedentes no deberá considerarse la técnica anterior simplemente como resultado de su mención en la sección de Antecedentes. Igualmente, no deberá considerarse que un problema mencionado en la sección de Antecedentes o asociado con la materia de la sección de Antecedentes ha sido reconocido previamente en la técnica anterior. La materia de la sección de Antecedentes representa simplemente diferentes acercamientos que en y por sí mismos también pueden corresponder a realizaciones de la materia reivindicada.

15

20

En redes de ordenadores, un punto de acceso inalámbrico (WAP) es un dispositivo que permite a dispositivos inalámbricos conectar con una red de cable u otros dispositivos inalámbricos usando WiFi, Bluetooth u otros estándares relacionados. El punto de acceso inalámbrico conecta comúnmente con un rúter u opera como un rúter propiamente dicho. Un punto de acceso inalámbrico (WAP) se denomina a veces un Punto de Acceso (AP) o un AP de nodo inalámbrico.

25

Los puntos de acceso inalámbrico son un lugar común; sin embargo, las ofertas convencionales de tales puntos de acceso inalámbrico no operan de la manera más eficiente posible, y pueden ser mejorados de múltiples formas. En particular, los puntos de acceso inalámbrico que operan en estrecha proximidad uno con otro a menudo interfieren uno con otro degradando el rendimiento de tales puntos de acceso inalámbrico y dificultando la capacidad de las estaciones inalámbricas de la zona de comunicar con ellos.

30

Aunque teóricamente puede ser posible actualizar miles de millones de estaciones inalámbricas que piden acceso a tales puntos de acceso de nodo inalámbrico, no sería posible en la práctica. Más bien, el soporte de legado para estaciones inalámbricas más antiguas es un requisito práctico para cualquier cambio operativo propuesto en las comunicaciones inalámbricas. Es más probable que la mejora de las operaciones de los WAPs con los que conectan tales estaciones inalámbricas dé lugar a la adopción más rápida y más amplia de tecnologías de comunicación inalámbrica mejoradas.

35

Por lo tanto, el estado actual de la técnica puede beneficiarse de sistemas, métodos y aparatos para implementar la compartición de datos inalámbricos distribuidos y sistemas de control como se describe en este documento.

40

En US 2007/0242621 se describen sistemas y metodologías que facilitan la comunicación en un entorno de red inalámbrica.

45

Resumen de la invención

Varios aspectos y realizaciones de la invención se exponen en las reivindicaciones anexas. Otras realizaciones y/o ejemplos que no están cubiertos por las reivindicaciones no se consideran parte de la invención.

50

Breve descripción de los dibujos

Se ilustran realizaciones a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, y se entenderán más plenamente con referencia a la descripción detallada siguiente considerada en conexión con las figuras, en las que:

55

La figura 1 ilustra un entorno operativo ejemplar dentro del que las realizaciones pueden operar.

Las figuras 2A y 2B ilustran arquitecturas ejemplares dentro de las que las realizaciones pueden operar.

60

La figura 3 ilustra entornos operativos ejemplares adicionales dentro de los que las realizaciones pueden operar.

La figura 4A es un diagrama de flujo que ilustra un método según las realizaciones descritas.

La figura 4B proporciona una tabla que ilustra los detalles operativos de la realización ejemplar ilustrada por el método de la figura 4A.

65

La figura 5 es un diagrama de flujo más detallado que ilustra un método para implementar la compartición de datos inalámbricos distribuidos y sistemas de control según las realizaciones descritas.

5 La figura 6 ilustra una representación diagramática de un nodo inalámbrico según la que las realizaciones pueden operar, ser instaladas, integradas o configuradas.

Y la figura 7 ilustra una representación diagramática de una máquina en la forma ejemplar de un sistema informático, según una realización.

10 **Descripción detallada**

Aquí se describen aparatos, sistemas y métodos para implementar compartición de datos inalámbricos distribuidos y sistemas de control.

15 Según las realizaciones descritas, los medios para implementar compartición de datos inalámbricos distribuidos y sistema de control pueden incluir: realizar operaciones en un primer nodo inalámbrico que tiene al menos un procesador y una memoria, donde tales operaciones incluyen recoger mediciones de un entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico; determinar una configuración actual del primer nodo inalámbrico; recibir información de estado de un segundo nodo inalámbrico, donde la información de estado recibida describe una configuración del
20 segundo nodo inalámbrico y además describe mediciones recogidas de un entorno inalámbrico en el segundo nodo inalámbrico; incluyendo además las operaciones analizar las mediciones recogidas del entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico y también analizar la información de estado recibida del segundo nodo inalámbrico, utilizándose el análisis para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual del primer nodo inalámbrico; adoptar una configuración modificada en el primer nodo inalámbrico actualizando la configuración actual
25 del primer nodo inalámbrico con la una o varias modificaciones determinadas; y comunicar información de estado de primer nodo al segundo nodo inalámbrico, donde la información de estado de primer nodo describe la configuración modificada adoptada por el primer nodo inalámbrico y las mediciones recogidas del entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico.

30 En tales realizaciones, la llamada “información de estado” puede incluir, por ejemplo, parámetros de configuración, mediciones del entorno radio inalámbrico dentro del que opera un respectivo nodo inalámbrico, así como prueba, diagnóstico, estado, inventario y parámetros de supervisión de rendimiento.

35 La información de estado comunicada entre tales nodos puede ser utilizada para cuantificar un cambio en el rendimiento de uno de los nodos inalámbricos de tal manera que se puedan introducir mejoras o eficiencias adicionales en la configuración de uno o varios de los nodos para mejorar el rendimiento operativo general de una red inalámbrica formada por tales nodos. La cuantificación de un cambio en el rendimiento puede incluir determinar alguno de: (i) un cambio en la configuración del nodo inalámbrico que realiza tal análisis o un cambio en la configuración en uno o varios nodos inalámbricos de interferencia; (ii) un cambio en los niveles de tráfico del nodo
40 inalámbrico o en uno u otros varios nodos inalámbricos; o (iii) un cambio en una o varias métricas de rendimiento medidas por un nodo inalámbrico respectivo y representadas dentro de la información de estado compartida entre los varios nodos inalámbricos.

45 Con los despliegues de redes WiFi a gran escala en empresas, espacios públicos, redes municipales, etc, la gestión se ha centrado convencionalmente en la configuración y colocación base mediante un proceso a veces conocido como aprovisionamiento. El proceso de aprovisionamiento requiere mucha mano de obra y pretende primariamente mejorar solamente las características de rendimiento más obvias tales como la cobertura geográfica con respecto al lugar en cuestión y la capacidad de manejar la carga de tráfico anticipada. Las zonas pueden conocerse en base a Indicadores de Intensidad de Señal Recibida (RSSI) y el despliegue de un nuevo punto de acceso se considera cuando las mediciones RSSI caen por debajo de un umbral deseado. Una vez en operación, si un punto de acceso
50 concreto es sobrecargado frecuentemente por las actividades de usuarios próximos y se observa que opera a su carga de tráfico máxima, entonces se puede considerar de nuevo el despliegue de un nuevo punto de acceso. Por desgracia, la introducción de un nuevo punto de acceso no resuelve necesariamente el problema. Tal introducción puede servir solamente para crear interferencia adicional que no proporciona una ganancia neta o que puede dar lugar a degradación del rendimiento.

Además, una vez desplegados, los parámetros para los varios puntos de acceso aprovisionados a un espacio dado generalmente permanecen estáticos, hasta que surge un problema y se toman nuevas mediciones RSSI o se revisa la carga de tráfico de un punto de acceso, que de nuevo requiere un proceso de mucha mano de obra.

60 Los puntos de acceso más avanzados actualmente disponibles son capaces de autoajustar algunas configuraciones tales como la asignación de canal, pero estos autoajustes son realizados en completo aislamiento dentro de un punto de acceso dado y no evalúan o consideran otros puntos de acceso que operan en proximidad, y mucho menos cómo los cambios de configuración localizados pueden afectar negativa o positivamente al rendimiento de otros
65 puntos de acceso próximos. No se proporciona un modelo conjunto general para múltiples puntos de acceso y los autoajustes se limitan a cambios muy simplistas, tales como modificar una asignación de canal.

Con respecto a los puntos de acceso WiFi residenciales, las opciones de gestión del rendimiento son esencialmente inexistentes, más allá de que el usuario piense en opciones de una mejor colocación física e intente cambiar a ciegas los parámetros sin realimentación o diagnóstico. Sorprendentemente, los consumidores residenciales quedan a menudo frustrados y muchos aceptan simplemente un rendimiento inferior al óptimo.

A medida que la técnica inalámbrica sigue avanzando, las conexiones WiFi para servicio vídeo usando descodificadores habilitados 802.11n o 802.11ac comienzan a ser desplegadas tanto por operadores de telecomunicaciones como por compañías de cable. En el lado positivo, tales despliegues inalámbricos no requieren taladrar agujeros o enganchar cables. Pero, por desgracia, tales despliegues funcionan solamente en zonas poco pobladas donde hay muy poca interferencia. Cuando se despliegan en zonas más densamente pobladas, por ejemplo, dentro de un edificio de apartamentos, los dispositivos funcionan pobremente dando lugar a muchas quejas y la producción es a menudo insuficiente para mantener la anchura de banda necesaria para comunicar vídeo en movimiento de forma inalámbrica, especialmente vídeo de alta definición.

Con las implementaciones de red inalámbrica convencionales, el problema generalmente no es la capacidad de comunicar mediante enlaces inalámbricos puesto que tal funcionalidad se entiende muy bien. Más bien, el problema es implementar comunicaciones eficientes dentro de un sistema inalámbrico que tiene múltiples nodos inalámbricos, tal como Puntos de Acceso WiFi, cada uno de los cuales crea interferencia electromagnética a otros nodos inalámbricos.

A diferencia de los sistemas celulares donde la posición y las frecuencias de no interferencia se buscan con esmero, planifican y asignan bien con anterioridad, y luego son aprovisionadas finalmente a una estación base celular, el aprovisionamiento de estaciones base y puntos de acceso WiFi da lugar a una colocación a menudo caótica e inferior a la óptima porque muy a menudo no es factible en términos de tiempo o costo preplanificar el aprovisionamiento de una red WiFi, especialmente en entornos ad hoc o residenciales. Además, los nodos inalámbricos pueden pertenecer a diferentes propietarios y, por lo tanto, no son conocidos o accesibles a ninguna entidad individual capaz de realizar tal preplanificación. Más aún, puede surgir una situación donde un negocio o empresa concreta lleva a cabo una preplanificación sofisticada para el aprovisionamiento de nodos inalámbricos, tal como cuando establece una red de campus WiFi, teniendo solamente nuevos nodos inalámbricos desconocidos pertenecientes a otros individuos en estrecha proximidad que transmiten señales inalámbricas contradictorias, dando lugar así a interferencia indeseada a pesar de los esfuerzos de preplanificación. Tales nodos inalámbricos desconocidos pueden ser empresas próximas, residencias contiguas o personas individuales con dispositivos inalámbricos móviles que difunden temporalmente señales contradictorias, tal como mediante un "punto crítico" móvil que proporciona un AP de nodo inalámbrico temporal y altamente móvil.

Se han fabricado sistemas para coordinar la configuración de nodos inalámbricos nuevamente aprovisionados mediante un servidor centralizado en los que el servidor centralizado saca una configuración apropiada para los nodos inalámbricos. Sin embargo, tal esquema requiere comunicación de nuevo con el servidor responsable de realizar tal extracción de configuración. Por desgracia, en entornos ad hoc puede no haber un recorrido de comunicaciones de vuelta a un servidor centralizado establecido, minando así tal capacidad. Otras razones por las que las redes WiFi pueden beneficiarse del control distribuido incluyen situaciones donde un servidor centralizado no está disponible, independientemente de si existe un recorrido de comunicación, situaciones donde la configuración de un servidor centralizado daría lugar a demasiado retardo, cuestiones relativas a la seguridad y la privacidad de los nodos inalámbricos aprovisionados y una preferencia por no compartir su estado y detalles de configuración con un servidor de configuración remoto, y un deseo de una configuración más simplificada de los nodos inalámbricos sin la complejidad que implica un servidor de configuración remoto.

Otro acercamiento para configurar una red WiFi es simplemente aprovisionar los nodos inalámbricos y esperar lo mejor. Sin embargo, la ignorancia ciega se basa en la posibilidad de asegurar que los nodos inalámbricos aprovisionados operan lo más eficientemente posible, lo que es altamente improbable que se produzca en cualquier despliegue dado.

Los medios descritos para implementar compartición de datos inalámbricos distribuidos y sistemas de control superan muchas de las limitaciones de los sistemas y métodos anteriores. Los medios descritos pueden resultar sumamente útiles tanto para despliegues comerciales como para despliegues residenciales, especialmente para los de zonas congestionadas, por ejemplo, dentro de un entorno urbano, y despliegues ad hoc por ejemplo, en grandes eventos al aire libre incluyendo ferias y conciertos o eventos en interiores, por ejemplo, convenciones, puesto que los medios descritos son capaces de optimizar las características operativas de múltiples puntos de acceso de nodo inalámbrico colectivamente mediante la recogida, la compartición y el análisis de información de estado.

En la descripción siguiente, se exponen numerosos detalles específicos tales como ejemplos de sistemas específicos, lenguajes, componentes, etc, con el fin de proporcionar una comprensión completa de las varias realizaciones. Será evidente, sin embargo, a los expertos en la técnica que estos detalles específicos no tienen que emplearse en la puesta en práctica de las realizaciones descritas. En otros casos, los materiales o los métodos conocidos no se han descrito en detalle para no oscurecer innecesariamente las realizaciones descritas.

Además de varios componentes de hardware ilustrados en las figuras y descritos en este documento, las realizaciones también incluyen varias operaciones que se describen más adelante. Las operaciones descritas según tales realizaciones pueden ser realizadas por componentes de hardware o pueden ser realizadas en instrucciones ejecutables por máquina, que pueden ser usadas para hacer que un procesador general o especial programado con las instrucciones realice las operaciones. Alternativamente, las operaciones pueden ser realizadas por una combinación de hardware y software, incluyendo instrucciones de software que realizan las operaciones descritas en este documento mediante memoria y uno o varios procesadores de una plataforma informática.

Las realizaciones también se refieren a un sistema o aparato para realizar las operaciones aquí descritas. El sistema o aparato descrito pueden construirse en especial para los fines requeridos, o puede incluir un ordenador de propósito general selectivamente activado o reconfigurado por un programa de ordenador almacenado en el ordenador. Tal programa de ordenador puede ser almacenado en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador, tal como, aunque sin limitación, cualquier tipo de disco incluyendo discos flexibles, discos ópticos, flash, NAND, unidades de estado sólido (SSDs), CD-ROMs y discos magneto-ópticos, memorias de lectura solamente (ROMs), memorias de acceso aleatorio (RAMs), EPROMs, EEPROMs, tarjetas magnéticas u ópticas, o cualquier tipo de medios adecuados para almacenar instrucciones electrónicas no transitorias, cada una acoplada a un bus de sistema informático. En una realización, un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas, hace que uno o varios procesadores dentro de un aparato realicen los métodos y las operaciones que se describen en este documento. En otra realización, las instrucciones para realizar tales métodos y operaciones están almacenadas en un medio no transitorio legible por ordenador para ejecución posterior.

Los algoritmos y las pantallas presentadas en este documento no están inherentemente relacionados con ningún ordenador concreto u otro aparato ni son realizaciones descritas con referencia a ningún lenguaje de programación concreto. Se apreciará que se puede usar varios lenguajes de programación para implementar las ideas de las realizaciones descritas en este documento.

La figura 1 ilustra un entorno operativo ejemplar 100 dentro del que las realizaciones pueden operar, tal como el entorno inalámbrico o "entorno radio inalámbrico" dentro del que residen los APs de nodo inalámbrico. En particular, se ilustra un entorno operativo 100 dentro del que operan varios puntos de acceso AP1 171, AP2 172 y AP3 173, así como estaciones móviles STA1 161, STA2 162 y STA3 163. Como se representa, STA1 161 está en interfaz de comunicación mediante un enlace inalámbrico 164A con AP1 171; STA2 162 está en interfaz de comunicación mediante un enlace inalámbrico 164B con AP2 172; y STA3 163 está en interfaz de comunicación mediante un enlace inalámbrico 164C con AP3 173.

Más interesante es, sin embargo, que hay múltiples puntos de acceso de nodo inalámbrico, y cada uno establece una envolvente operativa (165A, 165B, y 165C) dentro del entorno inalámbrico que proporciona cobertura inalámbrica a los dispositivos móviles o estaciones que están dentro del rango, pero también da lugar a interferencia potencialmente perjudicial para otros puntos de acceso.

Por ejemplo, AP1 171 da lugar a una cobertura inalámbrica mediante la envolvente operativa 165A suficiente para soportar STA1 161 que se representa conectada mediante el enlace inalámbrico 164A, pero que puede dar lugar a interferencia indeseada con AP2 172 y STA2 162. AP2 172 proporciona cobertura inalámbrica mediante la envolvente operativa 165B suficiente para soportar tanto STA1 161 como también STA2 162, pero no da lugar, según esta ilustración ejemplar, a interferencia perjudicial con AP3 173, aunque, no obstante, está sometida a interferencia de AP3 173 así como AP1 171. Por otra parte, AP3 173 no recibe interferencia de AP1 171, pero está sometido a interferencia de AP2 172. AP3 173 está en interfaz de comunicación con STA3 163 que reside dentro de la envolvente operativa 165C del rango inalámbrico de AP3 173.

Las figuras 2A y 2B ilustran arquitecturas ejemplares dentro de las que las realizaciones pueden operar. En particular, se ilustran múltiples Puntos de Acceso (APs), siendo cada uno de ellos nodos inalámbricos capaces de realizar las operaciones descritas en este documento. También se ilustran múltiples repositorios de datos, cada uno afiliado con un Punto de Acceso dado (AP) para almacenar mediciones recogidas por cada AP de nodo inalámbrico y también para almacenar información de estado recibida de otros APs de nodo inalámbrico.

Como se representa en la figura 2A, AP 205A está afiliado con datos locales 206A y está en interfaz de comunicación con AP 205B, AP 205C y AP 205E. Los APs 205B, 205C y 205E están afiliados, a su vez, con datos locales 206B, 206C y 206E respectivamente. AP 205D está afiliado con datos locales 206D y está indirectamente en interfaz con AP 205A a través de AP 205E donde AP 205E sirve como un nodo intermedio. Algunos APs tienen múltiples recorridos potenciales a otros nodos. Por ejemplo, AP 205C puede llegar a AP 205A directamente o puede llegar a AP 205A indirectamente a través de AP 205B o a través de AP 205E cuando APs 205B y 205E operan como nodos intermedios entre APs 205A y 206C.

Los APs 205A-E forman una red inalámbrica que tiene un sistema de control inalámbrico distribuido en el que los múltiples puntos de acceso comunican uno con otro de modo que cada AP 205A-E respectivo pueda realizar una

parte igual de la gestión del sistema de control inalámbrico distribuido para optimizar los entornos de configuración entornos de toda la red inalámbrica.

El sistema de control inalámbrico distribuido de la figura 2A es una arquitectura plana completamente distribuida sin ninguna jerarquía. A la inversa, la arquitectura lógica puede implementarse como una arquitectura jerárquica como se ilustra en la figura 2B en la que los APs están agrupados, operando algunos APs, tal como los situados en posiciones deseables, como APs de control central, y comunicando otros APs, como los que están en posiciones menos deseables, a través de los APs de control central. Ambas versiones son posibles, con pros y contras en cada caso, donde la opción depende en gran parte de la extensión geográfica y el número de APs implicados. También se puede usar simultáneamente arquitecturas planas y jerárquicas para los sistemas de control inalámbricos distribuidos en partes diferentes de un solo sistema. Con arquitecturas jerárquicas, pueden emplearse diferentes funciones dentro de los diferentes APs de nodo inalámbrico. Por ejemplo, uno puede explorar asignaciones de canal y compartir sus hallazgos con los otros nodos, mientras que otro analiza datos de error y datos de carga de tráfico. De esa forma, la carga requerida para implementar el sistema se reduce porque la recogida de datos y las funciones de distribución pueden repartirse entre los nodos. El sistema de control inalámbrico completamente distribuido de la figura 2A opera a la inversa con todas las funciones igualmente implementadas en todos los APs de nodo inalámbrico sin relaciones jerárquicas o división de cargas de procesamiento.

Como se representa en la figura 2B, hay dos APs de control central, el AP de control central 210A que está afiliado con datos 211A y el AP de control central 210B afiliado con datos 211B. El AP de control central 210A soporta y está en interfaz de comunicación con el AP y el grupo de datos locales 215A que tiene los APs A, B y C, cada uno respectivamente afiliado con datos locales A, B y C. Igualmente, el AP de control central 210B soporta y está en interfaz de comunicación con el AP y el grupo de datos locales 215B que tiene los APs D y E, cada uno respectivamente afiliado con datos locales D y E.

Independientemente de si se elige una arquitectura plana ilustrada en la figura 2A o una arquitectura jerárquica ilustrada en la figura 2B, o alguna combinación de las mismas, en varias partes de un solo sistema, el control, así como el cálculo y el almacenamiento, es distribuido a través de los múltiples puntos de acceso 205A-E y/o APs de control central 210A y 210B como se ilustra en las respectivas figuras.

Los mensajes de control pueden distribuirse entre los múltiples puntos de acceso 205A-E usando una red de malla sobre la interfaz de aire, o mediante una red de cable troncal, o ambas. La compartición, el descubrimiento, el análisis y el control de datos Inalámbricos pueden implementarse y realizarse de manera distribuida apalancando los varios puntos de acceso 205A-E que forman la red inalámbrica.

La implementación de tal sistema de control inalámbrico distribuido que distribuye capacidades de control colaborativo entre los múltiples puntos de acceso 205A-E es más robusto y más efectivo al controlar la configuración a lo ancho de red que un sistema distribuido puramente autónomo en el que todos los puntos de acceso controlan solamente su propia configuración respectiva en aislamiento y por lo tanto operan desconociendo las acciones de otros puntos de acceso de nodo inalámbrico 205A-E dentro de la misma red.

Un sistema de control inalámbrico distribuido como el descrito en este documento puede incluir al menos los dos componentes siguientes: en primer lugar, un plano de control y mensajes de datos distribuidos; y, en segundo lugar, aplicaciones para el plano de control. A diferencia de redes de sensores o malla distribuidas previamente conocidas en las que tanto el plano de control como el plano de datos están distribuidos, el sistema de control inalámbrico distribuido descrito en este documento distribuye el control, pero no tiene que distribuir el plano de datos que, por lo tanto, puede ser usado según una arquitectura centralizada tal como una topología en estrella.

El sistema de control inalámbrico distribuido y sus múltiples puntos de acceso de nodo inalámbrico 205A-E y/o APs de control central 210A y 210B y grupos de AP 215A y 215B establecen comunicaciones entre sí al realizar optimizaciones de gestión, distribuyéndose el control a través de los múltiples puntos de acceso de forma similar a una red de malla; sin embargo, a diferencia de una red de malla, tal distribución opera solamente en el plano de control y no en el plano de datos. Además, a diferencia de una red de malla, los mensajes de control pueden pasarse a través de una red de cable troncal que permita protocolos más robustos para mensaje y control, como los que incluyen mensajes de reconocimiento que aseguran la cooperación entre los múltiples puntos de acceso de nodo inalámbrico 205A-E y/o los APs de control central 210A y 210B y los grupos de AP 215A y 215B de la red.

Las redes WiFi en particular se diferencian de las redes celulares en que WiFi generalmente no es controlado por sistemas centralizados de gestión de red, mientras que las redes celulares están sujetas a control centralizado. El sistema de control WiFi distribuido descrito en este documento implementa control de gestión de red por mensajes a los APs, a través de una interfaz de radio o red de retroceso Ethernet, según las realizaciones descritas. Tal esquema es muy útil dentro de entornos inalámbricos ad hoc tal como despliegues en una exposición comercial o estadio. En tales escenarios, los múltiples APs están distribuidos de forma caótica, asignándose parámetros de transmisión inalámbrica pobremente o posiblemente no asignándose, dando lugar a que se adopten los parámetros por defecto. Por lo tanto, los medios descritos para implementar compartición de datos inalámbricos distribuidos y

sistemas de control pueden mejorar en gran medida la eficiencia operativa de tal red inalámbrica reduciendo la interferencia indeseada que afecta a los varios nodos inalámbricos.

5 La figura 3 ilustra entornos operativos ejemplares adicionales dentro de los que las realizaciones pueden operar. En la porción superior de la figura 3 se ilustra una configuración original 300 y en la porción inferior de la figura se ilustran de nuevo los nodos inalámbricos idénticos correspondientes a múltiples puntos de acceso, pero después de una reconfiguración 301.

10 Como se puede ver en la configuración original 300, hay múltiples zonas de no interferencia 315 para los respectivos nodos inalámbricos; sin embargo, también hay zonas de interferencia significativa 310 producida por el solapamiento de señal entre los múltiples APs como ilustra la porción de línea dentro del espacio que intersecan cualesquiera dos o más círculos que representan zonas de interferencia de señal de múltiples APs 320. Después de la reconfiguración 301, subsiste la interferencia; sin embargo, aumentan las zonas de no interferencia 350 y se reducen las zonas de interferencia de señal de múltiples APs 355. Los nodos inalámbricos ilustrados después de la reconfiguración 301 son los mismos en número y posición física que en la configuración original 300 encima de ellos; sin embargo, los nodos inalámbricos después de la reconfiguración han sido sometidos a cambios en sus parámetros operativos, reduciendo así la interferencia y optimizando el entorno operativo dentro del que cada nodo inalámbrico opera, y mejorando también de esta forma la capacidad de las estaciones inalámbricas (por ejemplo, dispositivos de cliente) de conectar y comunicar con los respectivos APs de nodo inalámbrico ilustrados.

20 Por ejemplo, puede ser que los nodos inalámbricos de la configuración original 300 emitan a potencia de transmisión máxima, creando así una envolvente operativa innecesariamente grande que da lugar a zonas más grandes de interferencia de señal entre los respectivos nodos inalámbricos. Asignando canales y variando la potencia de transmisión para variar los radios de célula, la eficiencia general de la red puede mejorarse. Por ejemplo, después de la reconfiguración 301, la asignación de diferentes canales a nodos inalámbricos adyacentes o próximos reduce las colisiones de señal y la disminución de la potencia de transmisión con respecto a al menos algunos de los nodos inalámbricos disminuye la zona de cobertura radio, reduciendo así la extensión de las señales de solapamiento entre dos o más puntos de acceso inalámbrico y reduciendo, a su vez, la interferencia indeseada, pero asegurando una cobertura inalámbrica satisfactoria en una zona geográfica dada.

30 La figura 4A es un diagrama de flujo que ilustra un método 400 según las realizaciones descritas.

35 Comenzando en el bloque 405, la lógica de procesamiento mide un entorno inalámbrico o señales inalámbricas recibidas en un primer nodo inalámbrico. Por ejemplo, el primer nodo inalámbrico puede medir parámetros inalámbricos tales como la intensidad de señal, la interferencia, el ruido, las tasas de error, las retransmisiones, etc.

40 En el bloque 410, la lógica de procesamiento realiza análisis usando datos de medición y datos almacenados procedentes de otros puntos de acceso, así como datos históricos que están almacenados en el primer nodo inalámbrico. Por ejemplo, el primer nodo inalámbrico puede realizar tal análisis para destilar la información presente en los datos de medición, así como información en los datos comunicados desde otros nodos inalámbricos. Tal análisis puede indicar que los parámetros de configuración deberán cambiarse y cómo deberán cambiarse, por ejemplo, cambiando una asignación de canal cuando en el canal actual hay alta interferencia destilada de los datos de otros nodos inalámbricos indicando baja interferencia en otros canales.

45 En el bloque 415, la lógica de procesamiento realiza cambios de configuración en el primer nodo inalámbrico en base al análisis. Por ejemplo, el primer nodo inalámbrico puede alterar su configuración cambiando el canal, cambiando la potencia de transmisión, cambiando la ráfaga de cuadro, cambiando la programación RTS/CTS (Solicitud de Envío / Libre para Envío), cambiando asociaciones, codificación, modulación, etc.

50 En el bloque 420, la lógica de procesamiento comunica los datos de entorno inalámbrico y configuración del primer nodo inalámbrico a un segundo nodo inalámbrico. Los nodos que participan en el proceso pueden compartir una variedad de métricas que caracterizan sus respectivos entornos inalámbricos, tales como ruido, intensidad de señal, diferentes señales procedentes de diferentes estaciones, o datos estadísticos individuales disponibles a partir de contadores de rendimiento, tales como el número de bytes de estaciones, el número de errores, el número de paquetes, etc. Los datos procedentes de otros nodos podrían poner de manifiesto parámetros de configuración, por ejemplo, qué canal utiliza actualmente otro nodo, proporcionar datos de protocolo RTS/CTS, indicar si otro nodo está transmitiendo o recibiendo un lote de datos o muy pocos datos, etc. El análisis de tales datos por parte de los otros nodos que reciben tal información puede incluir una exploración de los entornos inalámbricos conocidos para determinar si un canal concreto tiene muy poca interferencia o explorar los varios canales para identificar los canales que más probablemente darán lugar a interferencia, así como análisis coherente con lo descrito anteriormente con respecto al primer nodo inalámbrico en el bloque 410.

60 En el bloque 425, la lógica de procesamiento se repite en el segundo nodo inalámbrico. Más en concreto, la lógica de procesamiento en el segundo nodo inalámbrico, al recibir los datos de entorno inalámbrico y configuración del primer nodo inalámbrico, procede a repetir las operaciones de medición, realización de análisis, realización de

cambios de configuración, y comunicación de los datos de entorno inalámbrico y configuración en el segundo nodo inalámbrico.

5 Las operaciones de medir, realizar análisis, realizar cambios de configuración y comunicar los datos de entorno inalámbrico y configuración pueden iterarse entonces mediante el bloque 499 cuando sea necesario, por ejemplo, por el segundo nodo inalámbrico realizando las operaciones y comunicando los datos de entorno inalámbrico y configuración de nuevo al primer nodo inalámbrico o comunicando tal información a un tercer nodo inalámbrico.

10 Por ejemplo, el primer punto de acceso de nodo inalámbrico puede medir su propio entorno y autorreconfigurarse en base a dichas mediciones o el primer nodo inalámbrico puede recibir mediciones de otros nodos, medir su propio entorno inalámbrico, y luego reconfigurar en base a la información disponible. De cualquier forma, se obtiene una arquitectura completamente distribuida debido a la capacidad de los nodos de reconfigurarse en base a mediciones propias y también en base a las mediciones compartidas por otros nodos inalámbricos.

15 En algunas realizaciones, las operaciones ilustradas en el método 400 son utilizadas en todos y cada uno de los nodos inalámbricos participantes en cada una de las múltiples iteraciones que implementan el procesamiento distribuido del sistema descrito. Después de algún número de iteraciones, el primer nodo también repite el procesamiento comenzando de nuevo en el bloque 405.

20 En una realización ejemplar, cada AP de nodo inalámbrico realiza una optimización de canal, y luego pasa toda su información de estado disponible al AP de nodo inalámbrico siguiente y este proceso itera después en el AP de nodo inalámbrico participante siguiente, y así sucesivamente. Consúltese, por ejemplo, los datos expuestos en la Tabla 1 siguiente. En el ejemplo representado, todos los APs de nodo inalámbrico están dentro de un rango radio próximo uno de otro, a excepción de AP1 y AP4 que están separados. Sin embargo, el ejemplo proporciona solamente una
25 única realización ejemplar. En la práctica, el procesamiento puede comunicar datos parciales, comunicar datos a múltiples APs de nodo inalámbrico simultáneamente, iterar en un orden diferente u optimizar múltiples APs de nodo inalámbrico simultáneamente. Aunque en la Tabla 1 se ilustra un orden concreto, no se requiere ningún tipo de ordenación para la puesta en práctica de las realizaciones descritas. Cualquier nodo puede ser un primer nodo y cualquier número de nodos puede participar.

30 La figura 4B proporciona una tabla 401 que ilustra los detalles operativos de la realización ejemplar ilustrada con el método 400 de la figura 4A.

35 Como se puede ver en la tabla 401, los datos iniciales ilustran que la interferencia se mide localmente como el nivel para cada uno de los respectivos APs, representando las entradas en blanco de la tabla 401 datos desconocidos. En la sección siguiente de la tabla 401, AP1 envía su información a AP2 y AP2 cambia al canal 1. Los APs miden entonces la interferencia de nuevo. En la sección siguiente de la tabla 401, AP2 envía su información a AP3 y AP3 cambia al canal 11. Los APs miden entonces la interferencia de nuevo. Los APs siguen intercambiando información, pero, dado que toda la interferencia es baja, no cambian los canales hasta que tiene lugar un nuevo evento externo.
40 Después de iteraciones adicionales, los datos son distribuidos como se ilustra en la sección última y final de la tabla 401.

45 La figura 5 es un diagrama de flujo más detallado que ilustra un método 500 para implementar compartición de datos inalámbricos distribuidos y sistemas de control según las realizaciones descritas. El método 500 puede ser realizado por lógica de procesamiento que puede incluir hardware (por ejemplo, circuitería, lógica dedicada, lógica programable, microcódigo, etc), software (por ejemplo, instrucciones que se ejecutan en un dispositivo de procesamiento para realizar varias operaciones tales como funciones de interfaz, medición, análisis, comunicación, configuración, recogida, recepción, modelado, cuantificación, supervisión, estimación, selección, asignación, configuración, diagnóstico y algoritmos de ejecución/iniciación, o alguna combinación de los mismos en apoyo de las metodologías descritas). En una realización, el método 500 es realizado en cada uno de múltiples puntos de acceso de nodo inalámbrico tales como los ilustrados en la figura 1 (por ejemplo, los puntos de acceso AP1 171, AP2 172 y AP3 173), es realizado por los puntos de acceso de nodo inalámbrico ilustrados en las figuras 2A y 2B (por ejemplo, APs 205A, 205B, 205C, 205D, 205E y APs de control central 210A y 210B), es realizado por los puntos de acceso de nodo inalámbrico ilustrados en la figura 3, es realizado por los nodos inalámbricos 600 y 699 ilustrados en la
50 figura 6, y/o es realizado por la máquina en el elemento 700 de la figura 7. Algunos bloques y/u operaciones indicados a continuación son opcionales según algunas realizaciones. La numeración de los bloques presentados es por razones de claridad y no tiene la finalidad de indicar un orden de operaciones en el que los varios bloques deben realizarse. Además, las operaciones del método 500 pueden ser utilizadas en varias combinaciones con cualquiera de los otros flujos de proceso y sus respectivas operaciones, incluyendo el flujo de proceso 400 expuesto en la figura
55 60 4A.

En el bloque 505, la lógica de procesamiento habilitada por un procesador y una memoria de un primer nodo inalámbrico recoge mediciones de un entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico.

65 En el bloque 510, la lógica de procesamiento determina una configuración actual del primer nodo inalámbrico.

En el bloque 515, la lógica de procesamiento recibe información de estado de un segundo nodo inalámbrico, describiendo la información de estado recibida una configuración del segundo nodo inalámbrico y las mediciones recogidas de un entorno inalámbrico en el segundo nodo inalámbrico.

5 En el bloque 520, la lógica de procesamiento analiza las mediciones recogidas del entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico y la información de estado recibida del segundo nodo inalámbrico para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual del primer nodo inalámbrico.

10 En el bloque 525, la lógica de procesamiento adopta una configuración modificada en el primer nodo inalámbrico actualizando la configuración actual del primer nodo inalámbrico con la una o varias modificaciones determinadas.

15 En el bloque 530, la lógica de procesamiento comunica información de estado de primer nodo al segundo nodo inalámbrico, donde la información de estado de primer nodo describe la configuración modificada adoptada por el primer nodo inalámbrico y las mediciones recogidas del entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico.

20 El procesamiento puede iterar opcionalmente cuando sea necesario mediante el bloque 599 realizando las mismas operaciones o similares en el primer nodo inalámbrico, en el segundo nodo inalámbrico, o en cualquier otro nodo inalámbrico que participe en la implementación de la compartición de datos inalámbricos distribuidos y el sistema de control proporcionado por el método 500.

25 Según las realizaciones descritas, la "información de estado" medida, recibida, recogida o comunicada entre los nodos inalámbricos puede incluir, por ejemplo, parámetros de configuración, mediciones del entorno radio inalámbrico, así como diagnóstico de prueba, información de estado, datos de inventario, y parámetros de supervisión de rendimiento (por ejemplo, número de bytes procedentes de estaciones, número de errores, número de paquetes, datos de canal, datos de protocolo RTS/CTS, datos recibidos, datos transmitidos, mediciones RSSI, etc).

30 Según otra realización, el método 500 incluye además una o varias de las operaciones de comunicación siguientes: (i) comunicar la información de estado de primer nodo al segundo nodo inalámbrico de forma simultánea con comunicar la información de estado de primer nodo a una pluralidad de otros nodos inalámbricos; (ii) difundir la información de estado de primer nodo al segundo nodo inalámbrico simultáneamente mientras se difunde la información de estado de primer nodo a la pluralidad de otros nodos inalámbricos; (iii) enviar transmisiones no solicitadas que tienen la información de estado de primer nodo al segundo nodo inalámbrico y a la pluralidad de otros nodos inalámbricos; (iv) comunicar la información de estado de primer nodo directamente a un tercer nodo inalámbrico; (v) comunicar la información de estado de primer nodo indirectamente a un tercer nodo inalámbrico a través del segundo nodo inalámbrico; y (vi) comunicar la información de estado de primer nodo a un cuarto nodo inalámbrico y recibir en respuesta información de estado entrante del cuarto nodo inalámbrico después de comunicar la información de estado de primer nodo al cuarto nodo inalámbrico.

40 Según otra realización, el método 500 incluye además una o varias de las operaciones de comunicación siguientes: (i) recibir información de estado de segundo nodo del segundo nodo inalámbrico simultáneamente con recibir información de estado adicional de una pluralidad de otros nodos inalámbricos; (ii) recibir como parte de una difusión, la información de estado de segundo nodo del segundo nodo inalámbrico simultáneamente con la pluralidad de otros nodos inalámbricos que reciben la difusión; (iii) recibir transmisiones no solicitadas del segundo nodo inalámbrico que tiene la información de estado de segundo nodo, siendo transmitidas las transmisiones no solicitadas por el segundo nodo inalámbrico al primer nodo inalámbrico y a la pluralidad de otros nodos inalámbricos; (iv) recibir información de estado de tercer nodo directamente de un tercer nodo inalámbrico; (v) recibir la información de estado de tercer nodo indirectamente de un tercer nodo inalámbrico a través del segundo nodo inalámbrico; y (vi) recibir información de estado de cuarto nodo de un cuarto nodo inalámbrico después de enviar la información de estado de primer nodo al cuarto nodo inalámbrico, donde la información de estado de cuarto nodo es enviada por el cuarto nodo inalámbrico en respuesta a que el primer nodo inalámbrico envía la información de estado de primer nodo.

55 Según otra realización del método 500, el segundo nodo inalámbrico ha de analizar la información de estado de primer nodo comunicada desde el primer nodo inalámbrico y en respuesta: (i) determinar, en el segundo nodo inalámbrico, una o varias modificaciones de una configuración actual del segundo nodo inalámbrico; y (ii) adoptar una configuración modificada en el segundo nodo inalámbrico actualizando la configuración actual del segundo nodo inalámbrico con la una o varias modificaciones determinadas.

60 Según otra realización del método 500, comunicar la información de estado al segundo nodo inalámbrico incluye comunicar una pluralidad de parámetros de configuración activos en el primer nodo inalámbrico y una pluralidad de métricas de entorno inalámbrico y rendimiento medidas a partir del entorno radio inalámbrico en el primer nodo inalámbrico.

65 Según otra realización del método 500, recoger las mediciones del entorno radio inalámbrico en el primer nodo inalámbrico incluye además al menos uno de: identificar un cambio en la interferencia electromagnética en el primer

nodo inalámbrico; identificar uno o varios nodos inalámbricos de interferencia que exhiben interferencia electromagnética sobre el primer nodo inalámbrico; identificar un cambio en la configuración del uno o varios nodos inalámbricos de interferencia; identificar un cambio en los niveles de tráfico del uno o varios nodos inalámbricos de interferencia; identificar un cambio en una o varias métricas de rendimiento del uno o varios nodos inalámbricos de interferencia medidas por el primer nodo inalámbrico; y medir características de enlace para uno u otros varios nodos inalámbricos enlazados con comunicación con el primer nodo inalámbrico.

Según otra realización del método 500, analizar las mediciones recogidas del entorno radio inalámbrico en el primer nodo inalámbrico incluye: determinar un modelo del primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico: (i) modelando relaciones de comunicación entre el primer nodo inalámbrico y los otros nodos inalámbricos en base al menos en parte a las mediciones recogidas, y (ii) modelando un estado activo del primer nodo inalámbrico que representa la configuración actual del primer nodo inalámbrico que tiene uno o varios parámetros configurables para el primer nodo inalámbrico en base al menos en parte a las mediciones recogidas.

Según otra realización, el método 500 incluye además: cuantificar un cambio del rendimiento del primer nodo inalámbrico o al menos uno de la pluralidad de los otros nodos inalámbricos en base a un cambio de estado que afecta al modelo, donde el cambio de estado incluye al menos uno de: un cambio en el entorno de transmisión inalámbrica entre el primer nodo inalámbrico y al menos uno de la pluralidad de otros nodos inalámbricos; un cambio en la configuración del primer nodo inalámbrico o al menos uno de la pluralidad de otros nodos inalámbricos; un cambio en los niveles de tráfico del primer nodo inalámbrico o al menos uno de la pluralidad de otros nodos inalámbricos; y un cambio en una o varias métricas de rendimiento medidas por el primer nodo inalámbrico o al menos uno de la pluralidad de otros nodos inalámbricos.

Según otra realización del método 500, modelar relaciones de comunicación entre el primer nodo inalámbrico y la pluralidad de otros nodos inalámbricos que incluye al menos el segundo nodo inalámbrico incluye: establecer dentro del modelo nodos que representan enlaces de comunicación entre cualesquiera dos o más nodos inalámbricos incluyendo cualquiera del primer nodo inalámbrico y la pluralidad de otros nodos inalámbricos; y establecer dentro del modelo nodos que representan interferencia entre cualesquiera dos o más del primer nodo inalámbrico y cualquiera de la pluralidad de otros nodos inalámbricos.

Según otra realización del método 500, analizar las mediciones recogidas del entorno radio inalámbrico en el primer nodo inalámbrico para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual del primer nodo inalámbrico incluye: determinar un modelo de una red inalámbrica formada a partir del primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico; construir un espacio de estado a partir del modelo que describe (i) el primer nodo inalámbrico y la pluralidad de otros nodos inalámbricos como nodos de dispositivo y también describe (ii) valores de parámetros relacionados con la transmisión para cada uno de los nodos de dispositivo para el entorno radio inalámbrico dentro del que operan el primer nodo inalámbrico y la pluralidad de otros nodos inalámbricos; y poblar un conjunto de transiciones dentro del espacio de estado con transiciones de estado permisibles correspondientes a posibles cambios en los valores de parámetros relacionados con la transmisión para cada uno de los nodos de dispositivo del modelo, donde las transiciones de estado permisibles afectan a las interacciones entre los nodos de dispositivo dentro del entorno radio inalámbrico, denotándose las transiciones de estado permisibles por un conjunto de bordes de gráfico entre los nodos de dispositivo dentro del espacio de estado, siendo los bordes de gráfico representativos de al menos relaciones de interferencia y estado entre los nodos de dispositivo del espacio de estado.

Según otra realización, el método 500 incluye además: optimizar el rendimiento de la red inalámbrica formada a partir del primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos cambiando un perfil de uno o varios de los nodos de dispositivo en el espacio de estado para mejorar la métrica de rendimiento general que es una función estadística del rendimiento del primer nodo inalámbrico y el uno o los varios nodos de interferencia identificados modelados; cambiar un perfil de uno o varios de los nodos de dispositivo en el espacio de estado para mejorar una métrica de rendimiento general según un método matemático de hallar una solución de punto fijo; y donde adoptar la configuración modificada en el primer nodo inalámbrico actualizando la configuración actual del primer nodo inalámbrico con la una o varias modificaciones determinadas incluye adoptar el perfil cambiado del espacio de estado para el primer nodo inalámbrico o comunicar el perfil cambiado del espacio de estado a uno o varios de los otros nodos inalámbricos.

Según otra realización del método 500, el primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos que incluye al menos el segundo nodo inalámbrico forman una red inalámbrica que tiene arquitectura jerárquica; donde el primer nodo inalámbrico es un nodo inalámbrico de Punto de Acceso (AP) de control; donde la pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico son nodos inalámbricos de AP no de control; donde el nodo inalámbrico de AP de control envía la información de estado a la pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico como información de estado de AP de control y recibe información de estado de AP no de control de la pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico; y donde los nodos inalámbricos de AP no de control reciben la información de estado de AP de control del nodo inalámbrico de AP de control y devuelven información de estado de AP no de control al

nodo inalámbrico de AP de control sin distribuir la información de estado de AP no de control a otros nodos inalámbricos de AP no de control.

5 Por ejemplo, en algunas arquitecturas inalámbricas, los nodos inalámbricos pueden clasificarse como puntos de acceso (APs) o puntos finales. Un punto final se denomina a menudo una estación (STA), equipo de usuario (UE), un aparato, o un host. Un punto de acceso puede denominarse: un punto de acceso WiFi, un repetidor WiFi, un nodoB, un eNodoB, una puerta de enlace inalámbrica compatible con WiFi, un dispositivo inalámbrico de comunicaciones de mediciones domésticas, una estación base inalámbrica de femtocélulas, una estación base inalámbrica de células pequeñas; una estación base compatible con WiFi, un repetidor de dispositivo inalámbrico móvil, una estación base de dispositivo inalámbrico móvil, un router inalámbrico conectado a Ethernet, y un puente inalámbrico conectado a Ethernet. Además, en arquitecturas inalámbricas planas, tal como redes de malla, un solo dispositivo puede funcionar como un punto de acceso y como un punto final simultáneamente.

15 Según otra realización del método 500, el nodo inalámbrico de AP de control designa uno o varios de la pluralidad de otros nodos inalámbricos como nodos de AP intermedios; y donde el nodo inalámbrico de AP de control comunica la información de estado a al menos un subconjunto de la pluralidad de otros nodos inalámbricos a través del uno o varios nodos de AP intermedios designados.

20 Según otra realización del método 500, el primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico forman una red inalámbrica que tiene arquitectura plana; donde el primer nodo inalámbrico y la pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico) son nodos inalámbricos de Punto de Acceso (AP) no de control, donde la red inalámbrica opera en ausencia de cualquier nodo inalámbrico de AP de control; y donde cada nodo inalámbrico de AP no de control dentro de la red inalámbrica intercambia información de estado con la pluralidad de otros nodos inalámbricos.

25 Según otra realización del método 500, cada uno del primer nodo inalámbrico y el segundo nodo inalámbrico operan de conformidad con una especificación compatible con Virtualización de Funciones de Red (NFV).

30 Según otra realización del método 500, cada uno del primer nodo inalámbrico y el segundo nodo inalámbrico están en interfaz de comunicación con una red de retroceso de cable común; y donde comunicar la información de estado al segundo nodo inalámbrico incluye comunicar la información de estado por la red de retroceso de cable común y no mediante un enlace inalámbrico.

35 Según otra realización del método 500, el primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico forman una red inalámbrica; donde la red de retroceso de cable común proporciona a cada uno del primer nodo inalámbrico y la pluralidad de otros nodos inalámbricos acceso a una red de banda ancha o a Internet pública; y donde comunicar la información de estado por la red de retroceso de cable común y la posterior reconfiguración reduce la competición y la interferencia dentro del entorno radio inalámbrico.

40 Según otra realización del método 500, cada uno del primer nodo inalámbrico y el segundo nodo inalámbrico están en interfaz de comunicación con una red de retroceso inalámbrica común; y donde comunicar la información de estado al segundo nodo inalámbrico incluye comunicar la información de estado por un enlace inalámbrico establecido entre el primer nodo inalámbrico y el segundo nodo inalámbrico.

45 Según otra realización del método 500, comunicar la información de estado por el enlace inalámbrico incluye comunicar la información de estado mediante un canal inalámbrico común predeterminado accesible a cualquier nodo inalámbrico dentro de una red inalámbrica formada por el primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico.

50 Según otra realización, el método 500 incluye además: almacenar, en el primer nodo inalámbrico, las mediciones recogidas del entorno radio inalámbrico y la información de estado previamente recibida del segundo nodo inalámbrico en el primer nodo inalámbrico como datos históricos; y analizar los datos históricos almacenados con mediciones nuevamente recogidas del entorno radio inalámbrico e información de estado nuevamente recibida en el primer nodo inalámbrico para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual del primer nodo inalámbrico durante el posterior procesamiento iterativo en el primer nodo inalámbrico.

55 Según otra realización, el método 500 incluye además: realizar optimización y reperfilado de parámetros para uno o varios nodos inalámbricos dentro de una red inalámbrica formada por el primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico repitiendo iterativamente la recogida, la determinación, el análisis, la adopción y la comunicación en cada uno de la pluralidad de nodos inalámbricos según un orden especificado; donde el orden especificado se selecciona del grupo siguiente:

60 (i) un orden definido por una ordenación round-robin para la pluralidad de nodos inalámbricos; (ii) un orden definido en una aplicación remota separada y comunicado mediante mensajes de gestión a los nodos inalámbricos; (iii) un orden definido por una secuencia en que cada uno de la pluralidad de nodos inalámbricos se une a la red

inalámbrica; (iv) un orden predeterminado configurado en cada uno de la pluralidad respectiva de nodos inalámbricos; (v) un orden basado en antigüedad determinado en base a la disponibilidad de cada uno de la pluralidad respectiva de nodos inalámbricos; y (iv) un orden basado en función determinado en base a cada uno de la pluralidad respectiva de nodos inalámbricos que operan como uno de un nodo de punto de acceso (AP) de control, un nodo AP de no control, o un nodo de AP intermedio.

Con la optimización y el reperfilado de parámetros, un nodo inalámbrico puede intentar un primer parámetro para ver si hay mejora y luego intentar otra posición o parámetro para determinar si se logra otra mejora o no, y así sucesivamente, a través de múltiples parámetros y posiciones disponibles hasta que se construya un modelo que pueda ser usado para identificar qué parámetros y valores son preferibles. Además, dado que la información de estado está siendo compartida, pueden ser identificados y evitados los valores que dan lugar a un cambio negativo del rendimiento de segundo nodo inalámbrico cuando un primer nodo inalámbrico adopta un cambio de parámetro. Tal procesamiento puede ser aplicado iterativamente a los nodos inalámbricos de la red, y con el tiempo, la red convergirá sobre los valores más óptimos para la red general mediante la implementación de cambios de configuración en cada uno de los nodos inalámbricos individuales.

Por ejemplo, la optimización y el reperfilado de parámetros se habilita pasando mensajes de datos entre los nodos inalámbricos en los que cada nodo inalámbrico recoge información de estado de otros nodos inalámbricos. Cada nodo inalámbrico comparte entonces su propia información de estado con los otros nodos inalámbricos. Cada nodo inalámbrico puede difundir su información de estado por un medio de cable, por ejemplo, mediante Internet, una LAN u otro canal cableado o puede comunicar en cambio tal información mediante un canal inalámbrico de acceso común disponible para los nodos inalámbricos participantes. La información de estado puede incluir alguno o todos los elementos siguientes: potencia de transmisión, canal, información de posición, factor de congestión, número de estaciones locales activas, IDs de estación de estaciones conectadas de forma activa, IDs de estación de estaciones pendientes de conexión, relación media de señal a ruido (SNR o S/N), producción media o instantánea, u otra información de interferencia relevante. El factor de congestión puede ser una medida que indica qué congestionado está el tráfico que pasa por un nodo inalámbrico como representa, por ejemplo, la longitud de cola o una relación de carga ofrecida a producción.

En tal realización, puede ser que algunos, pero no necesariamente todos los nodos inalámbricos realicen optimización y reperfilado de parámetros porque si un cambio tiene lugar o afecta solamente a una porción de la red, puede no haber razón por la que algunos nodos reaccionen a dicho cambio. Por ejemplo, puede ser que solamente los nodos adyacentes a un nodo afectado reaccionen y se reconfiguren, mientras que la mayoría de otros nodos en una red inalámbrica permanecen no afectados y como tales no precisan tal optimización y reperfilado de parámetros en respuesta al cambio. Donde un cambio afecta solamente a una porción de los nodos, la ordenación elegida se aplicará igualmente sólo a los nodos afectados, específicamente, los nodos que experimenten optimización y reperfilado de parámetros en respuesta a un cambio.

Según otra realización del método 500, cada uno de la pluralidad de nodos inalámbricos comparte iterativamente su información de estado según su posición en el orden especificado comunicando uno o varios de: potencia de transmisión del nodo inalámbrico respectivo; información de canal para el nodo inalámbrico respectivo; información de banda de frecuencia para el nodo inalámbrico respectivo; parámetros de configuración radio para el nodo inalámbrico respectivo; información de posición geográfica del nodo inalámbrico respectivo; información de factor de congestión del nodo inalámbrico respectivo; información de nivel de tráfico del nodo inalámbrico respectivo; una cantidad de estaciones locales activas en interfaz con el nodo inalámbrico respectivo; IDs de estación de las estaciones conectadas de forma activa al nodo inalámbrico respectivo; IDs de estación de estaciones pendientes de conexión al nodo inalámbrico respectivo; relación de señal a ruido (SNR) medida en el nodo inalámbrico respectivo; producción media del nodo inalámbrico respectivo; producción instantánea del nodo inalámbrico respectivo; información de interferencia determinada por el nodo inalámbrico respectivo; información de longitud de cola para el nodo inalámbrico respectivo; y una relación de carga ofrecida a producción en el nodo inalámbrico respectivo.

Según otra realización del método 500, comunicar información de estado incluye además: compartir información de posición en forma de una posición geográfica absoluta o una posición relativa en base a intensidad de señal recibida dentro de una topología de red inalámbrica formada a partir del primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico.

Hay varias formas en las que obtener información de posición. Por ejemplo, según algunas realizaciones, la información de posición se deriva utilizando una o varias de triangulación relativa a un múltiplo de los otros nodos inalámbricos, triangulación relativa a puntos de referencia especificados; o determinación mediante coordenadas del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Alternativamente, tales datos pueden ser introducidos por un administrador de sistema. La información de posición también puede ser tridimensional (3D) incluyendo información de elevación o suelo, y como tal, la triangularización no impone una configuración bidimensional (2D).

Según otra realización, el método 500 incluye además: implementar un algoritmo de autorregeneración para una red inalámbrica formada a partir del primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico; donde el algoritmo de autorregeneración utiliza la información de estado

intercambiada entre los nodos inalámbricos de la red inalámbrica para recuperación de un modo de fallo incluyendo uno del primero o el segundo nodo inalámbrico que queda fuera de línea; y donde implementar el algoritmo de autorregeneración incluye que cada nodo inalámbrico realice las operaciones siguientes: (i) determinar un nodo inalámbrico con fallo en base a la recepción esperada de información de estado de que el nodo inalámbrico con fallo supera un tiempo límite, (ii) identificar un nodo inalámbrico de recuperación distinto del nodo inalámbrico con fallo que está adyacente al nodo inalámbrico con fallo y es adecuado para conexión o asociación con estaciones inalámbricas previamente conectadas con el nodo inalámbrico con fallo, y (iii) reconectar o reasociar las estaciones inalámbricas previamente conectadas con el nodo inalámbrico con fallo al nodo inalámbrico de recuperación y variar la configuración inalámbrica en el nodo inalámbrico de recuperación identificado como adyacente al nodo inalámbrico con fallo para compensar el nodo inalámbrico con fallo.

Cuando un nodo inalámbrico falla o queda fuera de línea, la información de estado procedente de dicho nodo inalámbrico quedará obsoleta. Con el fin de rastrear cuándo falla un nodo inalámbrico, un sello de tiempo puede acompañar a cada mensaje de información de estado transmitido desde el nodo inalámbrico de tal manera que más tarde pueda compararse con un tiempo límite. Tal sello de tiempo soporta una función de tiempo límite que permite que otros nodos inalámbricos que reciban dicha información de estado determinen si la información de estado transmitida es obsoleta o no. Una vez efectuada tal determinación, los APs de nodo inalámbrico adyacentes u otros APs de nodo inalámbrico próximos pueden aumentar sus potencias de transmisión para proporcionar mejor cobertura y para compensar el AP de nodo inalámbrico con fallo. Las realizaciones pueden usar la distancia de un nodo inalámbrico con fallo para identificar nodos inalámbricos adyacentes. Por ejemplo, un nodo inalámbrico que tiene la distancia más corta del nodo inalámbrico con fallo se puede considerar el nodo inalámbrico adyacente y puede ser usado para conmutación automática, o múltiples nodos inalámbricos que se ha determinado que están próximos pueden ser usados a efectos de conmutación automática.

Por ejemplo, la reasociación a un nodo diferente y el cambio de la potencia de transmisión puede ser suficiente como un algoritmo de autorregeneración; sin embargo, pueden utilizarse otras operaciones de algoritmo de autorregeneración, tal como reasociar y cambiar asignaciones de canal. Como tal, la variación de la configuración inalámbrica puede corresponder a un cambio en la asociación de nodo o estación, un cambio en la asignación de canal en un nodo inalámbrico dado, un cambio en la potencia de transmisión inalámbrica para un nodo inalámbrico concreto, o alguna combinación de los mismos.

Según otra realización, el método 500 incluye además: implementar un algoritmo de reducción de interferencia para una red inalámbrica formada a partir del primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico; donde el algoritmo de reducción de interferencia utiliza la información de estado intercambiada entre los nodos inalámbricos de la red inalámbrica para mejorar el rendimiento y reducir la interferencia mutua entre los nodos inalámbricos de la red inalámbrica.

Según otra realización del método 500, la implementación del algoritmo de reducción de interferencia incluye que cada nodo inalámbrico realice las operaciones siguientes: calcular un nivel de interferencia recibido de otros nodos inalámbricos de la red inalámbrica; determinar una distancia relativa del nodo inalámbrico respectivo a cada uno de los otros nodos inalámbricos que producen interferencia; establecer una reducción mutua de transmisión de potencia para el nodo inalámbrico respectivo y uno o varios de los otros nodos inalámbricos; comunicar la reducción mutua de transmisión de potencia establecido al uno u otros varios nodos inalámbricos; y adoptar la reducción mutua de transmisión de potencia establecido en el nodo inalámbrico respectivo para minimizar la interferencia mutua entre el nodo inalámbrico respectivo y el uno u otros varios nodos inalámbricos.

Según otra realización del método 500, implementar el algoritmo de reducción de interferencia incluye que cada nodo inalámbrico realice las operaciones siguientes: analizar la información de estado intercambiada entre el primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico para determinar asignaciones de canal para el primer nodo inalámbrico y la pluralidad de otros nodos inalámbricos; y cambiar asignaciones de canal en uno o varios del primer nodo inalámbrico y la pluralidad de otros nodos inalámbricos en base al análisis.

Implementar un algoritmo de reducción de interferencia puede incluir métodos de gestión de interferencia manipulando el control de potencia, las asociaciones, los parámetros límite de protocolo o la asignación de canal. El algoritmo de reducción de interferencia también puede usar el intercambio y la recogida de información de estado para optimizar y reducir la interferencia mutua entre los nodos inalámbricos. Usando la información de estado recogida, cada nodo inalámbrico puede calcular y determinar el nivel de interferencia recibido de otros APs de nodo inalámbrico participantes usando la información de potencia de transmisión. En redes preplanificadas y bien diseñadas, a los APs de nodo inalámbrico adyacentes se les asignan canales de frecuencia diferentes (por ejemplo, mediante un factor de reutilización de frecuencia), y, por lo tanto, los nodos inalámbricos que operan en los canales de la misma frecuencia se colocan normalmente separados, reduciendo así la cantidad de interferencia mutua. Sin embargo, en muchos escenarios prácticos, tales asignaciones de frecuencia son asignadas a veces de forma estadística o aleatoria, y los APs de nodo inalámbrico están o no suficientemente distantes uno de otro o muy a menudo tienen sus potencias de transmisión puestas al máximo, o ambos, lo que da lugar a un entorno operativo inalámbrico con significativo solapamiento de señal e interferencia perjudicial.

Por lo tanto, algunos algoritmos de reducción de interferencia pueden determinar primero un nivel de interferencia en cada nodo inalámbrico respectivo de la red después de lo que cada nodo inalámbrico respectivo notifica a los otros nodos inalámbricos su nivel de interferencia, de tal manera que todos los nodos puedan implementar una reducción de potencia apropiada para reducir la interferencia. Tal proceso puede repetirse para optimizar la potencia de transmisión y minimizar la interferencia mutua entre los nodos inalámbricos. Por ejemplo, cada nodo inalámbrico puede reducir su potencia de transmisión un valor predeterminado, y si el nivel de interferencia mutua es aceptable, el nodo inalámbrico mantendría entonces dicho nivel de potencia de transmisión. Sin embargo, si el nivel de interferencia permanece alto, el nodo inalámbrico correspondiente podría reducir más su potencia de transmisión mediante iteración posterior. También puede establecerse un nivel mínimo de potencia de transmisión por debajo del que la calidad de servicio de los nodos inalámbricos a sus estaciones sufriría, y como tal, independientemente del número de iteraciones, un nodo inalámbrico no reduciría su potencia de transmisión por debajo de dicho nivel mínimo de potencia de transmisión establecido para el nodo inalámbrico. Además, si se alcanzase el nivel mínimo de potencia de transmisión, entonces al proveedor de servicios se le indicaría que instalase un nuevo AP de nodo inalámbrico, que mantendría el mismo nivel de potencia y, por lo tanto, el mismo nivel de interferencia, sin embargo, intensificaría la cobertura. Esto puede facilitarse mediante notificaciones enviadas por el nodo inalámbrico que implemente el algoritmo de reducción de interferencia, por ejemplo, enviando un SMS o mensaje de correo electrónico a un usuario o administrador o disparando una alerta apropiada para una interfaz de configuración administrativa.

Según otra realización, el método 500 incluye además: implementar un algoritmo de equilibrio de carga para una red inalámbrica formada a partir del primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico; donde el algoritmo de equilibrio de carga utiliza la información de estado intercambiada entre los nodos inalámbricos de la red inalámbrica para optimizar la distribución de la demanda de anchura de banda por estaciones conectadas con la pluralidad de nodos inalámbricos dentro de la red inalámbrica y para reducir la congestión del tráfico inalámbrico en cualquiera de la pluralidad de nodos inalámbricos de la red inalámbrica.

Según otra realización del método 500, la implementación del algoritmo de equilibrio de carga incluye que cada nodo inalámbrico realice las operaciones siguientes: comparar mediciones recogidas para el nodo inalámbrico respectivo con umbrales predeterminados y con mediciones correspondientes recogidas para los otros nodos inalámbricos de la red inalámbrica e intercambiadas mediante información de estado entre la pluralidad de nodos inalámbricos de la red inalámbrica; donde la comparación de mediciones incluye uno o varios de: comparar la producción instantánea del nodo inalámbrico respectivo con la producción instantánea de uno u otros varios nodos inalámbricos; comparar la producción media del nodo inalámbrico respectivo con la media de uno u otros varios nodos inalámbricos; comparar la longitud de cola del nodo inalámbrico respectivo con la longitud de cola de uno u otros varios nodos inalámbricos; comparar una cantidad de conexiones activas por estaciones con el nodo inalámbrico respectivo con una cantidad de conexiones activas por estaciones con el uno u otros varios nodos inalámbricos; comparar los paquetes retardados y caídos del nodo inalámbrico respectivo con paquetes retardados y caídos de uno u otros varios nodos inalámbricos; comparar una tasa media de error de paquete (PER) con una PER umbral o PER media de uno u otros varios nodos inalámbricos; y disparar una solicitud de descarga a uno o varios de los otros nodos inalámbricos en base a la comparación de las mediciones.

El parámetro de tasa de error de paquete (PER) en particular puede ser usado por puntos de acceso WiFi como una medida efectiva del rendimiento. Una PER aceptable está típicamente predefinida a niveles que corresponden a una BER aceptable (tasa de error de bits o ratio de error de bits) para el sistema inalámbrico.

Según otra realización del método 500, implementar el algoritmo de equilibrio de carga incluye además: desconectar y reconectar estaciones conectadas del nodo inalámbrico respectivo con otro del uno u otros varios nodos de acceso inalámbrico en respuesta al disparo de la solicitud de descarga.

A diferencia de las redes autooptimizadas (SON) implementadas por las redes de Evolución a Largo Plazo (LTE o 4G), las realizaciones de la invención pueden usar una red de retroceso de cable, pero no requieren uno. Más bien, una interfaz WiFi desde un nodo inalámbrico a un nodo inalámbrico puede utilizarse en cambio para controlar canales con tal característica habilitada por las comunicaciones de rango más corto en WiFi y la coordinación distribuida como se describe en este documento y debido también al procesamiento de escala de tiempo más larga que proporciona la movilidad relativamente baja típica de nodos inalámbricos WiFi.

Los intercambios y la recogida de información de estado pueden ser usados para equilibrar la carga de tráfico a través de todos los nodos inalámbricos, lo que, a su vez, también podría ayudar a reducir los puntos de congestión. Un factor de congestión o cualquier medida que indique la cantidad de tráfico o la carga en un nodo inalámbrico concreto pueden ser usados para determinar si las conexiones hechas al nodo inalámbrico tienen que ser redirigidas a otros nodos inalámbricos en base a que un nodo inalámbrico supera un umbral, así como la determinación de qué otros nodos serían apropiados para asumir la responsabilidad de las estaciones de un nodo inalámbrico sobrecargado puede determinarse según los criterios siguientes: primero: se da prioridad a los nodos inalámbricos con distancia más

próxima al nodo inalámbrico sobrecargado, a continuación, se da prioridad a los nodos inalámbricos con menos carga, y finalmente, se da prioridad a los nodos inalámbricos con potencia de transmisión más alta. Dado que todos los nodos inalámbricos tienen acceso a toda la información de estado procedente de todos los nodos inalámbricos de la red inalámbrica, cada nodo inalámbrico es capaz de determinar su propio nivel de prioridad. Por lo tanto, según tal realización, el nodo inalámbrico que tiene el nivel de prioridad más alto, dados los criterios anteriores, asumirá primero la carga extra. Se desconectarán las estaciones del nodo inalámbrico sobrecargado y dirigirán una a una a reconexión al nuevo nodo inalámbrico.

Según otra realización, el método 500 incluye además: implementar un algoritmo de reducción de congestión del tráfico para una red inalámbrica formada del primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico; donde el algoritmo de reducción de congestión del tráfico utiliza la información de estado intercambiada entre los nodos inalámbricos de la red inalámbrica para reducir el agotamiento de recursos atribuibles a solicitudes simultáneas de asociación de múltiples estaciones pidiendo conexiones a un solo nodo de la pluralidad de nodos inalámbricos dentro de la red inalámbrica y para optimizar la distribución de las conexiones de estaciones con cada uno de la pluralidad de nodos dentro de la red inalámbrica.

Los intercambios y la recogida de información de estado también pueden ser utilizados para reducir la congestión de red o mejorar la producción de uno o varios nodos inalámbricos con problemas. En la práctica, incluso cuando hay suficientes APs de nodo inalámbrico, la presencia de gran número de estaciones inalámbricas que simultáneamente intentan tener acceso inalámbrico puede dar lugar a problemas de congestión, rebajando potencialmente toda la red inalámbrica debido al efecto de congestión en espiral. Una vez que unas pocas estaciones no logran conectar con un solo AP de nodo inalámbrico, las estaciones explorarán a continuación nuevas frecuencias e intentarán conectar con otro AP de nodo inalámbrico con una frecuencia diferente. Los intentos simultáneos de conexión harán entonces que el nuevo AP de nodo inalámbrico también falle potencialmente a causa de las colisiones entre las solicitudes simultáneas de autenticación de las estaciones, etc, haciendo potencialmente que múltiples APs de nodo inalámbrico fallen en la red. Por lo tanto, la información de estado es utilizada para coordinar la conectividad cuando hay pendientes solicitudes simultáneas haciendo que la red inalámbrica experimente congestión. El procesamiento inicial puede no resolver la congestión mediante reducción de interferencia como se ha descrito previamente con el fin de aumentar las zonas de cobertura de no solapamiento para los nodos inalámbricos. Así, cuando el problema de congestión es detectado, en sentido contrario, la red inalámbrica puede protegerse reduciendo la zona de cobertura de los nodos inalámbricos formando la red inalámbrica que cree zonas de cobertura más pequeñas para los respectivos nodos inalámbricos y, a su vez, empujando las estaciones inalámbricas a acceder a diferentes APs de nodo inalámbrico en vez de intentar acceder simultáneamente, y potencialmente superar, un solo AP de nodo inalámbrico. También puede utilizarse multiplexión espacial, de frecuencia y tiempo para remediar los problemas de congestión de red en la red inalámbrica.

Según una realización particular, hay un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas que, cuando son ejecutadas por un procesador de un primer nodo inalámbrico, las instrucciones hacen que el primer nodo inalámbrico realice operaciones incluyendo: recoger mediciones de un entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico; determinar una configuración actual del primer nodo inalámbrico; recibir información de estado de un segundo nodo inalámbrico, describiendo la información de estado recibida una configuración del segundo nodo inalámbrico y las mediciones recogidas de un entorno inalámbrico en el segundo nodo inalámbrico; analizar las mediciones recogidas del entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico y la información de estado recibida del segundo nodo inalámbrico para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual del primer nodo inalámbrico; adoptar una configuración modificada en el primer nodo inalámbrico actualizando la configuración actual del primer nodo inalámbrico con la una o varias modificaciones determinadas; y comunicar información de estado de primer nodo al segundo nodo inalámbrico, describiendo la información de estado de primer nodo la configuración modificada adoptada por el primer nodo inalámbrico y las mediciones recogidas del entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico.

Según otra realización, las instrucciones de los medios de almacenamiento no transitorio legibles por ordenador hacen que el primer nodo inalámbrico realice además una o varias de las operaciones de comunicación, incluyendo: (i) comunicar la información de estado de primer nodo al segundo nodo inalámbrico simultáneamente con comunicar la información de estado de primer nodo a una pluralidad de otros nodos inalámbricos; (ii) difundir la información de estado de primer nodo al segundo nodo inalámbrico simultáneamente mientras se difunde la información de estado de primer nodo a la pluralidad de otros nodos inalámbricos; (iii) enviar transmisiones no solicitadas que tienen la información de estado de primer nodo al segundo nodo inalámbrico y a la pluralidad de otros nodos inalámbricos; (iv) comunicar la información de estado de primer nodo directamente a un tercer nodo inalámbrico; (v) comunicar la información de estado de primer nodo indirectamente a un tercer nodo inalámbrico a través del segundo nodo inalámbrico; y (vi) comunicar la información de estado de primer nodo a un cuarto nodo inalámbrico y recibir en respuesta información de estado entrante del cuarto nodo inalámbrico después de comunicar la información de estado de primer nodo al cuarto nodo inalámbrico.

Según otra realización, las instrucciones de los medios de almacenamiento no transitorio legibles por ordenador hacen que el primer nodo inalámbrico realice además uno o varios de los algoritmos siguientes: (i) un algoritmo de autorregeneración para una red inalámbrica formada del primer nodo inalámbrico y una pluralidad de otros nodos

inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico para compensar un nodo inalámbrico con fallo; (ii) un algoritmo de reducción de interferencia para que la red inalámbrica optimice y reduzca la interferencia mutua entre los nodos inalámbricos de la red inalámbrica; (iii) un algoritmo de equilibrio de carga para que la red inalámbrica optimice la distribución de demanda de anchura de banda por estaciones conectadas con la pluralidad de nodos dentro de la red inalámbrica y reduzca la congestión del tráfico inalámbrico en cualquiera de la pluralidad de nodos inalámbricos de la red inalámbrica; y (iv) un algoritmo de reducción de congestión del tráfico para que la red inalámbrica reduzca el agotamiento de recursos atribuibles a solicitudes simultáneas para asociación procedentes de múltiples estaciones que solicitan conexiones a un solo nodo de la pluralidad de nodos inalámbricos dentro de la red inalámbrica y optimice la distribución de las conexiones de estaciones con cada uno de la pluralidad de nodos dentro de la red inalámbrica.

Según una realización alternativa, hay un método en una red de nodos inalámbricos que tiene una pluralidad de nodos inalámbricos que operan en ella, teniendo cada uno de los nodos inalámbricos al menos un procesador y una memoria, donde el método incluye: recoger primeras mediciones de un entorno inalámbrico en un primer nodo inalámbrico; determinar una configuración actual de primer nodo para el primer nodo inalámbrico; analizar las primeras mediciones del entorno inalámbrico recogidas en el primer nodo inalámbrico para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual de primer nodo para el primer nodo inalámbrico; adoptar una configuración modificada de primer nodo en el primer nodo inalámbrico actualizando la configuración actual de primer nodo del primer nodo inalámbrico con la una o varias modificaciones determinadas; comunicar primera información de estado a un segundo nodo inalámbrico, describiendo la primera información de estado la configuración modificada de primer nodo adoptada por el primer nodo inalámbrico y las primeras mediciones del entorno inalámbrico recogidas en el primer nodo inalámbrico; recibir la primera información de estado en el segundo nodo inalámbrico; recoger segundas mediciones del entorno inalámbrico en un segundo nodo inalámbrico; determinar una configuración actual de segundo nodo para el segundo nodo inalámbrico; analizar la información de estado recibida y las segundas mediciones del entorno inalámbrico recogidas en el segundo nodo inalámbrico para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual de segundo nodo para el segundo nodo inalámbrico; adoptar una configuración modificada de segundo nodo en el segundo nodo inalámbrico actualizando la configuración actual de segundo nodo del segundo nodo inalámbrico con la una o varias modificaciones determinadas para el segundo nodo inalámbrico; y comunicar segunda información de estado al primer nodo inalámbrico, describiendo la segunda información de estado la configuración modificada de segundo nodo adoptada por el segundo nodo inalámbrico y las segundas mediciones del entorno inalámbrico recogidas en el segundo nodo inalámbrico. Según tal realización, comunicar la primera información de estado puede incluir además: comunicar la primera información de estado del primer nodo inalámbrico a una primera pluralidad de nodos inalámbricos incluyendo al menos el segundo nodo inalámbrico; y comunicar la segunda información de estado puede incluir además comunicar la segunda información de estado del segundo nodo inalámbrico a una segunda pluralidad de nodos inalámbricos incluyendo al menos el primer nodo inalámbrico.

La figura 6 ilustra una representación diagramática de un nodo inalámbrico 600 según la que las realizaciones pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse.

En una realización, el nodo inalámbrico 600 incluye una memoria 695 y un procesador o procesadores 696. Por ejemplo, la memoria 695 puede almacenar instrucciones a ejecutar y el (los) procesador(es) 696 puede(n) ejecutar tales instrucciones. El (los) procesador(es) 696 también puede(n) implementar o ejecutar lógica de implementación 660 que tenga lógica para implementar las metodologías explicadas en este documento. El nodo inalámbrico 600 incluye bus(es) de comunicación 615 para transferir transacciones, instrucciones, parámetros de configuración, información de estado y otros datos dentro del nodo inalámbrico 600 entre una pluralidad de dispositivos periféricos en interfaz de comunicación con uno o varios buses de comunicación 615. El nodo inalámbrico 600 incluye además la interfaz 625, por ejemplo, para enviar y recibir información de estado, recoger mediciones del entorno inalámbrico dentro del que el nodo inalámbrico 600 opera, recibir peticiones, devolver respuestas, y estar en interfaz de otro modo con elementos de red situados por separado del nodo inalámbrico 600.

En algunas realizaciones, la interfaz 625 comunica información de estado mediante una interfaz WiFi en un canal común entre nodos inalámbricos. En otras realizaciones se usa una red de retroceso de cable.

La información histórica almacenada 650 recogida por el nodo inalámbrico 600 o recibida de otros nodos inalámbricos puede ser almacenada en una unidad dura, un almacenamiento de datos persistente, una base de datos, u otra posición de almacenamiento dentro del nodo inalámbrico 600.

Distinto dentro del nodo inalámbrico 600 es el módulo optimizador de red 601 que incluye un módulo de recogida 670, un módulo de identificación de interferencia 675, un módulo de análisis 685 y un módulo de configuración 690. El módulo optimizador de red 601 puede estar instalado y configurado en un nodo inalámbrico compatible 600 como ilustra la figura 6, o proporcionarse por separado de manera que opere en unión con lógica de implementación apropiada 660 u otro software.

Según una realización hay un primer nodo inalámbrico 600 que tiene un procesador 696 y una memoria 695, donde el primer nodo inalámbrico 600 incluye además: un módulo de recogida 670 para recoger mediciones de un entorno

inalámbrico en el primer nodo inalámbrico; un módulo de análisis 685 para determinar una configuración actual del primer nodo inalámbrico; una interfaz 625 para recibir información de estado de un segundo nodo inalámbrico 699, describiendo la información de estado recibida una configuración del segundo nodo inalámbrico 699 y mediciones recogidas de un entorno inalámbrico en el segundo nodo inalámbrico 699; el módulo de análisis 685 para analizar además las mediciones recogidas del entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico 600 y la información de estado recibida del segundo nodo inalámbrico 699 para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual del primer nodo inalámbrico; un módulo de configuración 690 para adoptar una configuración modificada en el primer nodo inalámbrico 600 actualizando la configuración actual del primer nodo inalámbrico 600 con la una o varias modificaciones determinadas; y la interfaz 625 para comunicar además información de estado de primer nodo 605 al segundo nodo inalámbrico 699, describiendo la información de estado de primer nodo 605 la configuración modificada adoptada por el primer nodo inalámbrico 600 y las mediciones recogidas del entorno inalámbrico en el primer nodo inalámbrico 600. La información de estado de primer nodo 605 y la información de estado procedente de otros nodos inalámbricos, incluyendo el segundo nodo inalámbrico 699, pueden ser retenidas por el primer nodo inalámbrico 600 como información histórica almacenada 650.

Según otra realización, el nodo inalámbrico 600 incluye además: un módulo de identificación de interferencia 675 para identificar uno o varios nodos inalámbricos de interferencia (por ejemplo, tal como el segundo nodo inalámbrico 699) dentro de una red inalámbrica formada a partir del primer nodo inalámbrico 600 y una pluralidad de otros nodos inalámbricos que incluye al menos el segundo nodo inalámbrico 699, exhibiendo el uno o los varios nodos inalámbricos interferentes interferencia electromagnética sobre el primer nodo inalámbrico; y donde el módulo de identificación de interferencia 675 ha de implementar además uno o varios de los algoritmos siguientes 655: un algoritmo de autorregeneración para que la red inalámbrica compense un nodo inalámbrico con fallo; un algoritmo de reducción de interferencia para que la red inalámbrica optimice y reduzca la interferencia mutua entre el primer nodo inalámbrico y el uno o varios nodos inalámbricos de interferencia de la red inalámbrica; un algoritmo de equilibrio de carga para optimizar la distribución de la demanda de anchura de banda por estaciones conectadas con la red inalámbrica y para reducir la congestión del tráfico inalámbrico en cualquier nodo de la pluralidad de nodos inalámbricos de la red inalámbrica; y un algoritmo de reducción de congestión del tráfico para que la red inalámbrica reduzca el agotamiento de recursos atribuible a solicitudes simultáneas de asociación procedentes de múltiples estaciones que solicitan conexiones a un solo nodo de la pluralidad de nodos inalámbricos dentro de la red inalámbrica y optimice la distribución de las conexiones de estaciones con cada uno de la pluralidad de nodos dentro de la red inalámbrica.

Según la realización ilustrada en este documento, el segundo nodo inalámbrico 699 también incluye un módulo optimizador de red 601 y, como tal, puede proporcionar idéntica funcionalidad a la descrita con referencia al primer nodo inalámbrico 600 así como operar de forma cooperante con el primer nodo inalámbrico 600. Por ejemplo, el segundo nodo inalámbrico 699 recibe la información de estado de primer nodo 605 del primer nodo inalámbrico 600 y comunica la información de estado de segundo nodo 610 al primer nodo inalámbrico 600 según las realizaciones descritas.

La figura 7 ilustra una representación diagramática de una máquina 700 en la forma ejemplar de un sistema informático, según una realización, dentro del que puede ejecutarse un conjunto de instrucciones, para hacer que la máquina 700 realice alguna o varias de las metodologías explicadas en este documento. En realizaciones alternativas, la máquina puede estar conectada, en red, en interfaz, etc, con otras máquinas en una Red de Área Local (LAN), una Red de Área Ancha, una intranet, una extranet o Internet. La máquina puede operar en la capacidad de un punto de acceso de nodo inalámbrico completamente distribuido, como un nodo inalámbrico de control central en una arquitectura jerárquica o un punto de acceso de nodo inalámbrico subordinado, o como un nodo igual en un entorno de red entre iguales (o distribuida). Algunas realizaciones de la máquina pueden tener forma de un ordenador personal (PC), un servidor, un router de red inalámbrica, interruptor inalámbrico o puente inalámbrico, sistema informático inalámbrico, o cualquier máquina capaz de ejecutar un conjunto de instrucciones (secuenciales o de otro modo) que especifican acciones que realizará la máquina. Además, aunque solamente se ilustra una sola máquina, el término "máquina" también deberá interpretarse incluyendo cualquier conjunto de máquinas (por ejemplo, ordenadores) que individualmente o conjuntamente ejecuten un conjunto (o múltiples conjuntos) de instrucciones para realizar alguna o varias de las metodologías explicadas en este documento.

El sistema informático ejemplar 700 incluye un procesador 702, una memoria principal 704 (por ejemplo, memoria de lectura solamente (ROM), memoria flash, memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM) tal como DRAM síncrona (SDRAM) o Rambus DRAM (RDRAM), etc, memoria estática tal como memoria flash, memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), RAM volátil pero de alta tasa de datos, etc), y una memoria secundaria 718 (por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento persistente incluyendo unidades de disco duro e implementaciones persistentes de base de datos), que comunican entre sí mediante un bus 730. La memoria principal 704 incluye información e instrucciones y componentes de programa de software necesarios para realizar y ejecutar las funciones con respecto a las varias realizaciones de los sistemas, métodos y el módulo optimizador de red 734 como se describe en este documento. Se pueden activar algoritmos 723 en base, por ejemplo, a análisis de mediciones recogidas de un entorno inalámbrico, información de estado recibida, datos estadísticos conocidos de punto de acceso, capacidades y limitaciones conocidas de equipo de red/punto de acceso, etc. La información histórica almacenada 724 puede mantenerse dentro de la memoria principal 704 para uso al estimar y predecir características operativas

del sistema inalámbrico y el entorno que experimentan evaluación. Los algoritmos 723 pueden estar almacenados dentro de la memoria principal 704 para uso cuando los requiera o active la lógica de procesamiento 726 y según determine el módulo optimizador de red 734. La memoria principal 704 y sus elementos secundarios (por ejemplo 723 y 724) son operables en unión con lógica de procesamiento 726 y/o software 722 y el procesador 702 para realizar las metodologías explicadas en este documento.

El procesador 702 representa uno o varios dispositivos de procesamiento de propósito general tales como un microprocesador, unidad central de procesamiento, o análogos. Más en concreto, el procesador 702 puede ser un microprocesador con conjunto de instrucciones complejas (CISC), un microprocesador con conjunto de instrucciones reducidas (RISC), un microprocesador de palabra de instrucción muy larga (VLIW), un procesador que implemente otros conjuntos de instrucciones, o procesadores que implementen una combinación de conjuntos de instrucciones. El procesador 702 también puede ser uno o varios dispositivos de procesamiento de propósito especial tales como un circuito integrado específico de aplicación (ASIC), una matriz de puertas reprogramable (FPGA), un procesador de señal digital (DSP), procesador de red, o análogos. El procesador 702 está configurado para ejecutar la lógica de procesamiento 726 para realizar las operaciones y la funcionalidad que se explican en este documento.

El sistema informático 700 puede incluir además una o varias tarjetas de interfaz de red 708 para conectar con comunicación el sistema informático 700 con una o más redes 720 de las que puede recogerse información para análisis. Por ejemplo, la tarjeta de interfaz de red 708 permite que el sistema informático 700 comunique mediante una interfaz WiFi con otros nodos inalámbricos o mediante una red de retroceso de cable cuando sea necesario. El sistema informático 700 también puede incluir una interfaz de usuario 710 (tal como una unidad de visualización vídeo, una pantalla de cristal líquido (LCD), o un tubo de rayos catódicos (CRT)), un dispositivo alfanumérico de entrada 712 (por ejemplo, un teclado), un dispositivo de control de cursor 714 (por ejemplo, un ratón), y un dispositivo de generación de señal 716 (por ejemplo, un altavoz integrado). El sistema informático 700 puede incluir además un dispositivo periférico 736 (por ejemplo, dispositivos de comunicación inalámbricos o de cable, dispositivos de memoria, dispositivos de almacenamiento, dispositivos de procesamiento audio, dispositivos de procesamiento vídeo, etc). El sistema informático 700 puede realizar las funciones de un módulo optimizador de red 734 capaz de estar en interfaz con otros puntos de acceso de nodo inalámbrico a optimizar colectivamente como parte de una red inalámbrica, así como modelar, supervisar, recoger, analizar, referir información, e iniciar, disparar y ejecutar varios algoritmos 723 incluyendo la ejecución de órdenes e instrucciones para alterar características y la operación de un punto de acceso de nodo inalámbrico según tales algoritmos 723, etc.

La memoria secundaria 718 puede incluir un medio de almacenamiento legible por máquina no transitorio (o más específicamente un medio de almacenamiento no transitorio accesible por máquina) 731 donde se almacenan uno o varios conjuntos de instrucciones (por ejemplo, software 722) que realizan alguna o varias de las metodologías o funciones descritas en este documento. El software 722 puede residir además o alternativamente dentro de la memoria principal 704, y puede residir además completamente o al menos parcialmente dentro del procesador 702 durante su ejecución por el sistema informático 700, la memoria principal 704 y el procesador 702 que también constituyen medios de almacenamiento legibles por máquina. El software 722 también puede ser transmitido o recibido por una red 720 mediante la tarjeta de interfaz de red 708.

Aunque la materia aquí descrita se ha descrito a modo de ejemplo y en términos de las realizaciones específicas, se ha de entender que las realizaciones reivindicadas no se limitan a las realizaciones descritas indicadas explícitamente. Por el contrario, la descripción tiene la finalidad de cubrir varias modificaciones y disposiciones similares que sean evidentes a los expertos en la técnica. Por lo tanto, al alcance de las reivindicaciones anexas deberá otorgársele la interpretación más amplia de manera que abarque todas esas modificaciones y disposiciones similares. Se ha de entender que la descripción anterior tiene la finalidad de ser ilustrativa, y no restrictiva. Otras muchas realizaciones serán evidentes a los expertos en la técnica después de leer y comprender la descripción anterior. Por lo tanto, el alcance de la materia descrita habrá de determinarse con referencia a las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un método en un sistema de comunicaciones inalámbricas, incluyendo el método, en un primer nodo de acceso inalámbrico que tiene al menos un procesador y una memoria, por el primer nodo de acceso inalámbrico:
- 5 medir (405) el entorno inalámbrico en el primer nodo de acceso inalámbrico para producir mediciones de un entorno inalámbrico, donde la medición del entorno inalámbrico es una medición del entorno inalámbrico en el primer nodo de acceso inalámbrico;
- 10 determinar una configuración actual del primer nodo de acceso inalámbrico;
- recibir información de estado de un segundo nodo de acceso inalámbrico, describiendo la información de estado recibida una configuración del segundo nodo de acceso inalámbrico y mediciones recogidas de un entorno inalámbrico en el segundo nodo de acceso inalámbrico;
- 15 analizar (410) las mediciones del entorno inalámbrico en el primer nodo de acceso inalámbrico y la información de estado recibida del segundo nodo de acceso inalámbrico para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual del primer nodo de acceso inalámbrico;
- 20 adoptar (415) una configuración modificada en el primer nodo de acceso inalámbrico actualizando la configuración actual del primer nodo de acceso inalámbrico con la una o varias modificaciones determinadas; y
- comunicar (420) información de estado de primer nodo al segundo nodo de acceso inalámbrico, describiendo la información de estado de primer nodo la configuración modificada adoptada por el primer nodo de acceso inalámbrico y las mediciones del entorno inalámbrico en el primer nodo de acceso inalámbrico.
- 25
2. El método de la reivindicación 1,
- 30 donde el segundo nodo de acceso inalámbrico ha de analizar la información de estado de primer nodo comunicada desde el primer nodo de acceso inalámbrico y en respuesta
- (i) determinar, en el segundo nodo de acceso inalámbrico, una o varias modificaciones de una configuración actual del segundo nodo de acceso inalámbrico y (ii) adoptar una configuración modificada en el segundo nodo de acceso inalámbrico actualizando la configuración actual del segundo nodo de acceso inalámbrico con la una o varias modificaciones determinadas.
- 35
3. El método de la reivindicación 1, donde comunicar la información de estado al segundo nodo de acceso inalámbrico incluye comunicar una pluralidad de parámetros de configuración activos en el primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de métricas de entorno inalámbrico y rendimiento medidas a partir del entorno radio inalámbrico en el primer nodo de acceso inalámbrico.
- 40
4. El método de la reivindicación 1, donde medir el entorno radio inalámbrico en el primer nodo de acceso inalámbrico incluye además al menos uno de:
- 45 identificar un cambio en la interferencia electromagnética sobre el primer nodo de acceso inalámbrico;
- identificar uno o varios nodos de acceso inalámbrico de interferencia que exhiben interferencia electromagnética sobre el primer nodo de acceso inalámbrico;
- 50 identificar un cambio en la configuración del uno o varios nodos de acceso inalámbrico de interferencia;
- identificar un cambio en los niveles de tráfico del uno o varios nodos de acceso inalámbrico de interferencia; identificar un cambio en una o varias métricas de rendimiento del uno o varios nodos de acceso inalámbrico de interferencia medidas por el primer nodo de acceso inalámbrico; y
- 55 medir características de enlace para uno u otros varios nodos de acceso inalámbrico enlazados con comunicación con el primer nodo de acceso inalámbrico.
- 60
5. El método de la reivindicación 1, donde analizar las mediciones del entorno radio inalámbrico en el primer nodo de acceso inalámbrico incluye:
- (a) determinar un modelo del primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico incluyendo al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico modelando relaciones de comunicación entre el primer nodo de acceso inalámbrico y los otros nodos de acceso inalámbrico en base al menos en parte a las mediciones, y modelar un estado activo del primer nodo de acceso inalámbrico que representa la configuración
- 65

actual del primer nodo de acceso inalámbrico que tiene uno o varios parámetros configurables para el primer nodo de acceso inalámbrico en base al menos en parte a las mediciones; o

5 (b) determinar un modelo de una red inalámbrica formada a partir del primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico incluyendo al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico, construyendo un espacio de estado a partir del modelo que describe (i) el primer nodo de acceso inalámbrico y la pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico como nodos de dispositivo y además describe (ii) valores de parámetros relacionados con la transmisión para cada uno de los nodos de dispositivo para el entorno radio inalámbrico dentro del que operan el primer nodo de acceso inalámbrico y la pluralidad de otros nodos de acceso
10 inalámbrico, y poblar un conjunto de transiciones dentro del espacio de estado con transiciones de estado permisibles correspondientes a posibles cambios en los valores de parámetros relacionados con la transmisión para cada uno de los nodos de dispositivo del modelo, donde las transiciones de estado permisibles afectan a las interacciones entre los nodos de dispositivo dentro del entorno radio inalámbrico, denotándose las transiciones de estado permisibles por un conjunto de bordes de gráfico entre los nodos de dispositivo dentro del espacio de estado,
15 siendo los bordes de gráfico representativos de al menos relaciones de interferencia y estado entre los nodos de dispositivo del espacio de estado.

6. El método de la reivindicación 1,

20 donde el primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico que incluyen al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico forman una red inalámbrica que tiene:

25 (a) una arquitectura jerárquica, donde el primer nodo de acceso inalámbrico es un nodo de acceso inalámbrico de Punto de Acceso (AP) de control, donde la pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico que incluyen al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico son nodos inalámbricos de AP no de control, donde el nodo inalámbrico de AP de control envía la información de estado a la pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico que incluyen al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico como información de estado de AP de control y recibe información de estado de AP no de control de la pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico que incluyen al menos el
30 segundo nodo de acceso inalámbrico, y donde los nodos inalámbricos de AP no de control reciben la información de estado de AP de control del nodo inalámbrico de AP de control y devuelven información de estado de AP no de control al nodo inalámbrico de AP de control sin distribuir la información de estado de AP no de control a otros nodos inalámbricos de AP no de control; o

35 (b) una arquitectura plana, donde el primer nodo de acceso inalámbrico y la pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico que incluyen al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico son nodos inalámbricos de Punto de Acceso (AP) no de control, donde la red inalámbrica opera en ausencia de cualquier nodo inalámbrico de AP de control, y donde cada nodo inalámbrico de AP no de control dentro de la red inalámbrica intercambia información de estado con la pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico.

40 7. El método de la reivindicación 1, donde cada uno del primer nodo de acceso inalámbrico y el segundo nodo de acceso inalámbrico operan de conformidad con una especificación compatible con Virtualización de Funciones de Red (NFV).

8. El método de la reivindicación 1, donde:

45 (a) cada uno del primer nodo de acceso inalámbrico y el segundo nodo de acceso inalámbrico están en interfaz de comunicación con una red de retroceso de cable común, y comunica la información de estado al segundo nodo de acceso inalámbrico incluye comunicar la información de estado sobre la red de retroceso de cable común y no mediante un enlace inalámbrico; o

50 (b) cada uno del primer nodo de acceso inalámbrico y el segundo nodo de acceso inalámbrico están en interfaz de comunicación con una red de retroceso inalámbrica común, y comunica la información de estado al segundo nodo de acceso inalámbrico incluye comunicar la información de estado por un enlace inalámbrico establecido entre el primer nodo de acceso inalámbrico y el segundo nodo de acceso inalámbrico.

55 9. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

60 almacenar, en el primer nodo de acceso inalámbrico, las mediciones del entorno radio inalámbrico y la información de estado previamente recibida del segundo nodo de acceso inalámbrico en el primer nodo de acceso inalámbrico como datos históricos; y

65 analizar los datos históricos almacenados con nuevas mediciones del entorno radio inalámbrico e información de estado nuevamente recibida en el primer nodo de acceso inalámbrico para determinar una o varias modificaciones de la configuración actual del primer nodo de acceso inalámbrico durante el posterior procesamiento iterativo en el primer nodo de acceso inalámbrico.

10. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

realizar optimización y reperfilado de parámetros para uno o varios nodos de acceso inalámbrico dentro de una red inalámbrica formada por el primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico incluyendo al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico repitiendo iterativamente la medición, la determinación, el análisis, la adopción y la comunicación en cada uno de la pluralidad de nodos de acceso inalámbrico según un orden especificado;

donde el orden especificado se selecciona del grupo que incluye:

un orden definido por una ordenación round-robin para la pluralidad de nodos de acceso inalámbrico;

un orden definido en una aplicación remota separada y comunicado mediante mensajes de gestión a los nodos de acceso inalámbrico;

un orden definido por una secuencia en que cada uno de la pluralidad de nodos de acceso inalámbrico se une a la red inalámbrica;

un orden predeterminado configurado para cada uno de la pluralidad respectiva de nodos de acceso inalámbrico;

un orden basado en antigüedad determinado en base a la disponibilidad de cada uno de la pluralidad respectiva de nodos de acceso inalámbrico; y

un orden basado en función determinado en base a cada uno de la pluralidad respectiva de nodos de acceso inalámbrico que operan como uno de un punto de control de acceso, AP, nodo, un nodo AP de no control, o un nodo de AP intermedio.

11. El método de la reivindicación 1, donde comunicar información de estado incluye además:

compartir información de posición en forma de una posición geográfica absoluta o una posición relativa en base a la intensidad de señal recibida dentro de una topología de red inalámbrica formada a partir del primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico incluyendo al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico.

12. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

implementar un algoritmo de autorregeneración para una red inalámbrica formada a partir del primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico incluyendo al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico;

donde el algoritmo de autorregeneración utiliza la información de estado intercambiada entre los nodos de acceso inalámbrico de la red inalámbrica para recuperación de un modo de fallo incluyendo uno del primer o el segundo nodos de acceso inalámbrico que van fuera de línea; y

donde implementar el algoritmo de autorregeneración incluye que cada nodo de acceso inalámbrico realice las operaciones siguientes:

(i) determinar un nodo de acceso inalámbrico con fallo en base a que la recepción esperada de información de estado para el nodo de acceso inalámbrico con fallo supera un tiempo límite,

(ii) identificar un nodo de acceso inalámbrico de recuperación distinto del nodo de acceso inalámbrico con fallo que es adyacente al nodo de acceso inalámbrico con fallo y es adecuado para conexión o asociación con estaciones inalámbricas previamente conectadas con el nodo de acceso inalámbrico con fallo, y

(iii) reconectar o reasociar las estaciones inalámbricas previamente conectadas con el nodo de acceso inalámbrico con fallo al nodo de acceso inalámbrico de recuperación y variar la configuración inalámbrica en el nodo de acceso inalámbrico de recuperación identificado como adyacente al nodo de acceso inalámbrico con fallo para compensar el nodo de acceso inalámbrico con fallo.

13. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

implementar un algoritmo de reducción de interferencia para una red inalámbrica formada a partir del primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico incluyendo al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico;

donde el algoritmo de reducción de interferencia utiliza la información de estado intercambiada entre los nodos de acceso inalámbrico de la red inalámbrica para mejorar el rendimiento y reducir la interferencia mutua entre los nodos de acceso inalámbrico de la red inalámbrica, opcionalmente donde implementar el algoritmo de reducción de interferencia incluye que cada nodo de acceso inalámbrico realice las operaciones siguientes:

5 analizar la información de estado intercambiada entre el primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico incluyendo al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico para determinar asignaciones de canal para el primer nodo de acceso inalámbrico y la pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico; y

10 cambiar asignaciones de canal en uno o varios del primer nodo de acceso inalámbrico y la pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico en base al análisis.

15 14. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

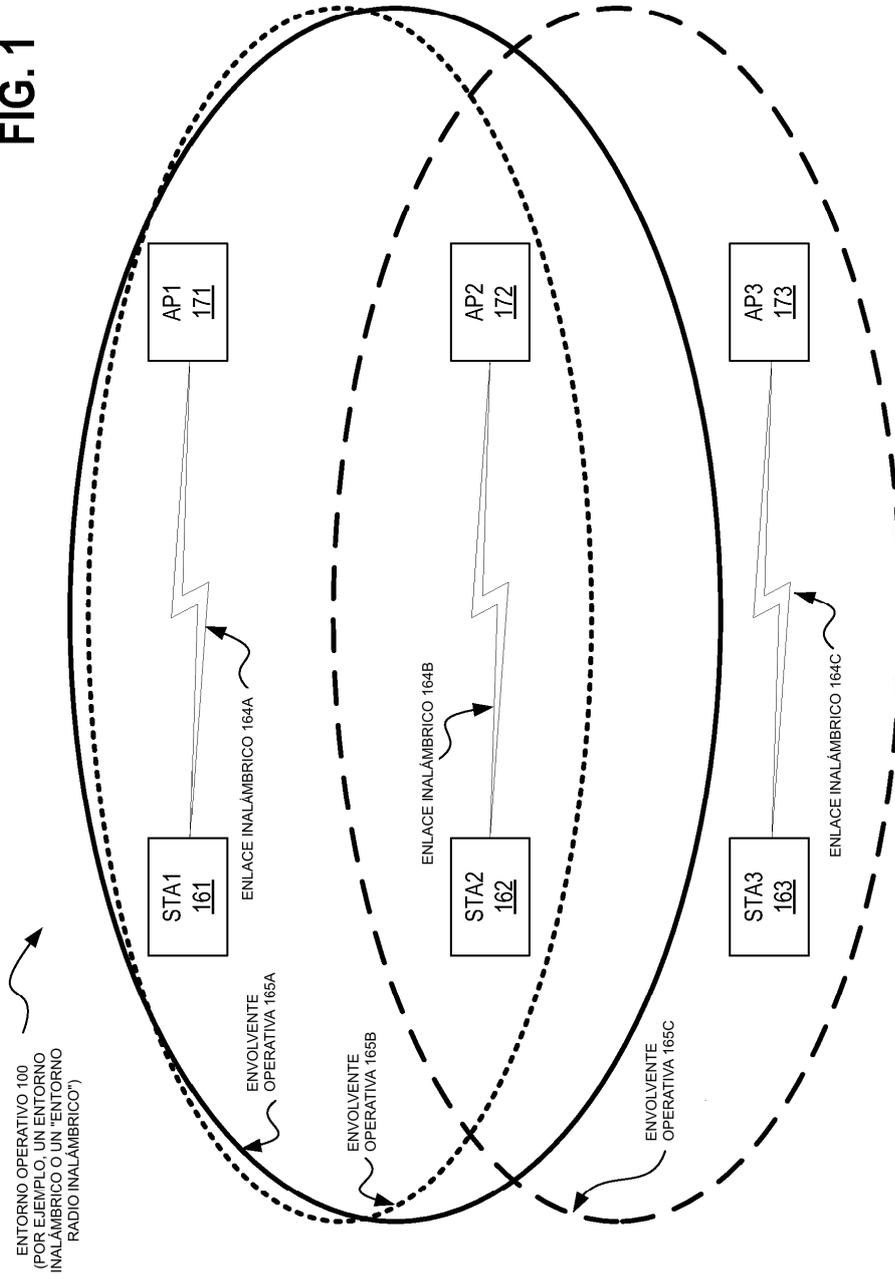
implementar un algoritmo de equilibrio de carga para una red inalámbrica formada a partir del primer nodo de acceso inalámbrico y una pluralidad de otros nodos de acceso inalámbrico incluyendo al menos el segundo nodo de acceso inalámbrico;

20 donde el algoritmo de equilibrio de carga utiliza la información de estado intercambiada entre los nodos de acceso inalámbrico de la red inalámbrica para optimizar la distribución de la demanda de anchura de banda por estaciones conectadas con la pluralidad de nodos de acceso inalámbrico dentro de la red inalámbrica y para reducir la congestión del tráfico inalámbrico en cualquiera de la pluralidad de nodos de acceso inalámbrico de la red inalámbrica.

25 15. Un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas que, cuando son ejecutadas por uno o varios procesadores de un sistema de aparatos, hacen que el sistema de aparatos realice el método según alguna de las reivindicaciones precedentes.

30 16. Un sistema preparado para llevar a la práctica el método según alguna de las reivindicaciones 1-14.

FIG. 1



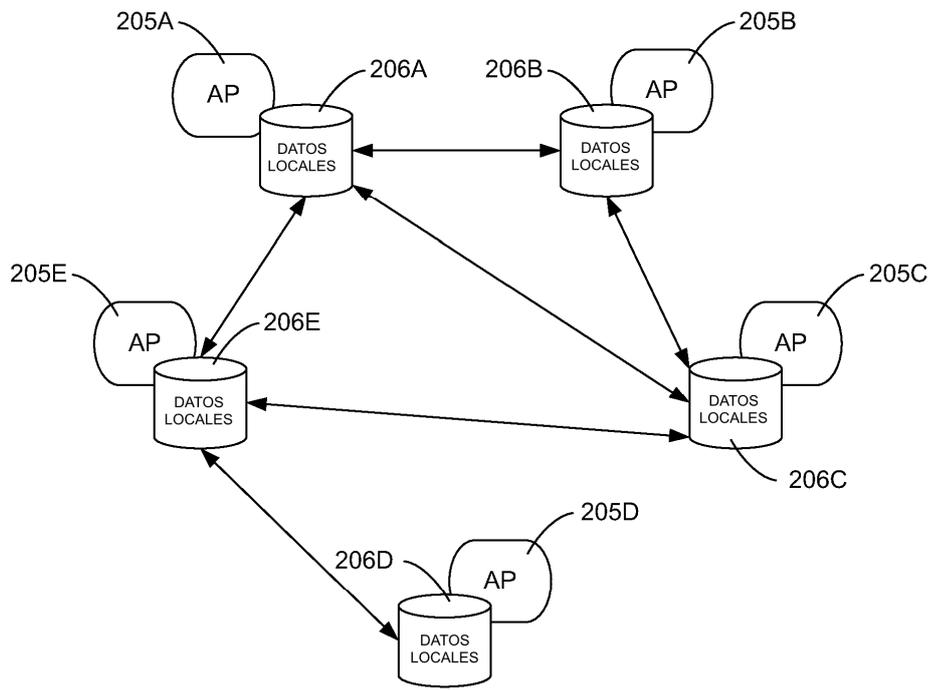


FIG. 2A

PLANA

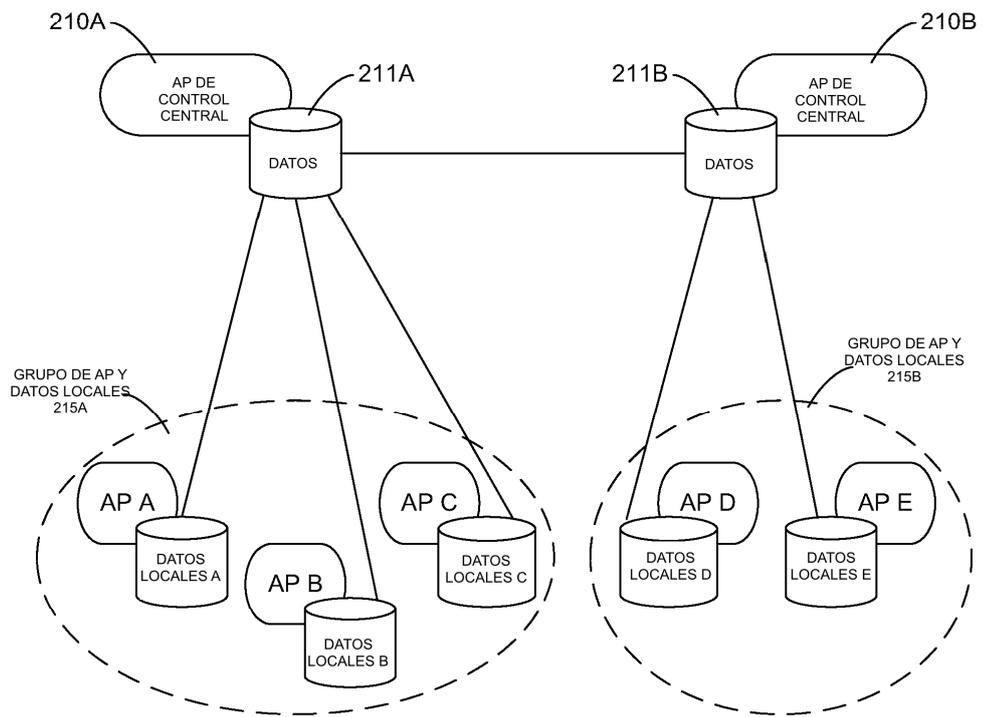


FIG. 2B

JERÁRQUICA

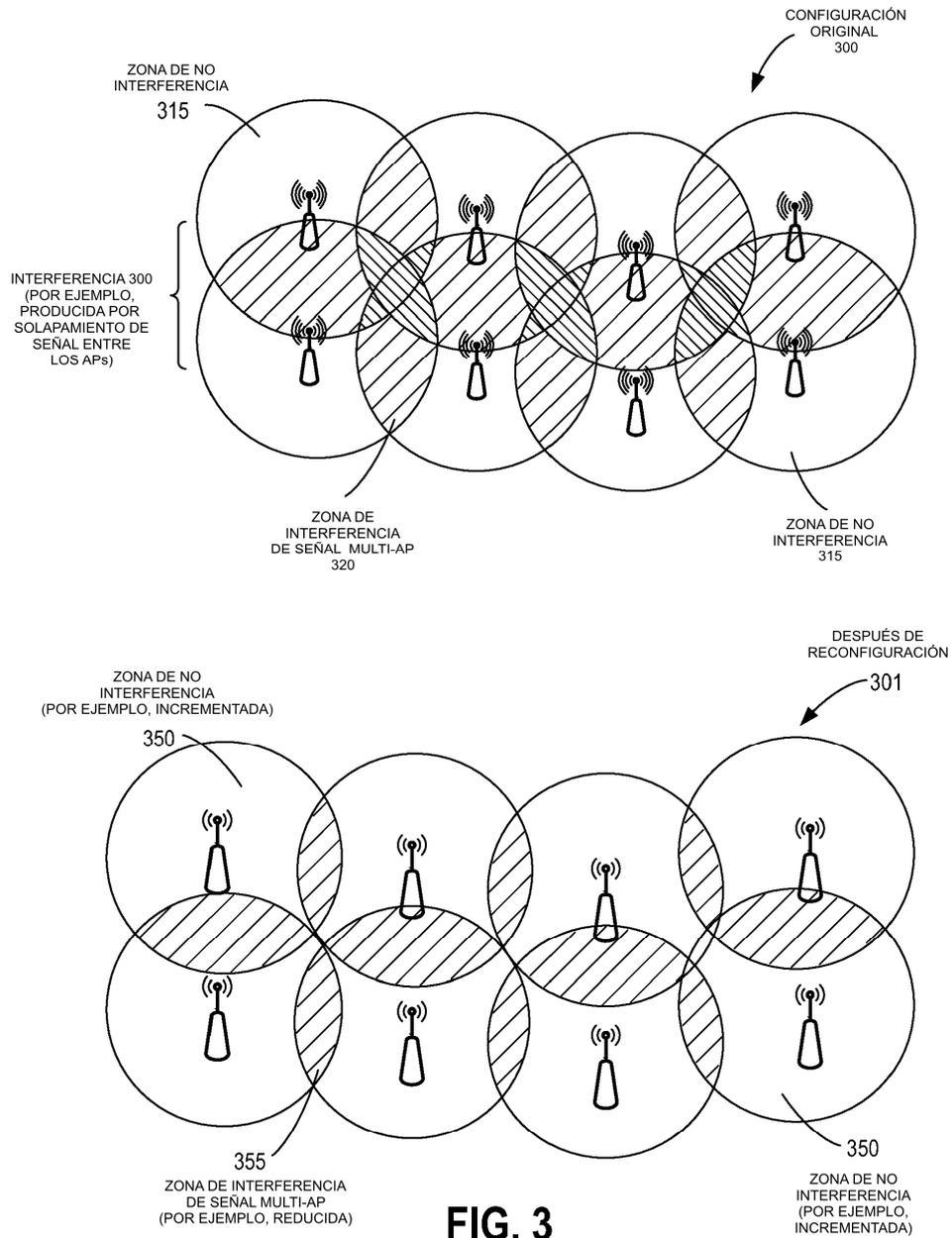


FIG. 3

FIG. 4A

400

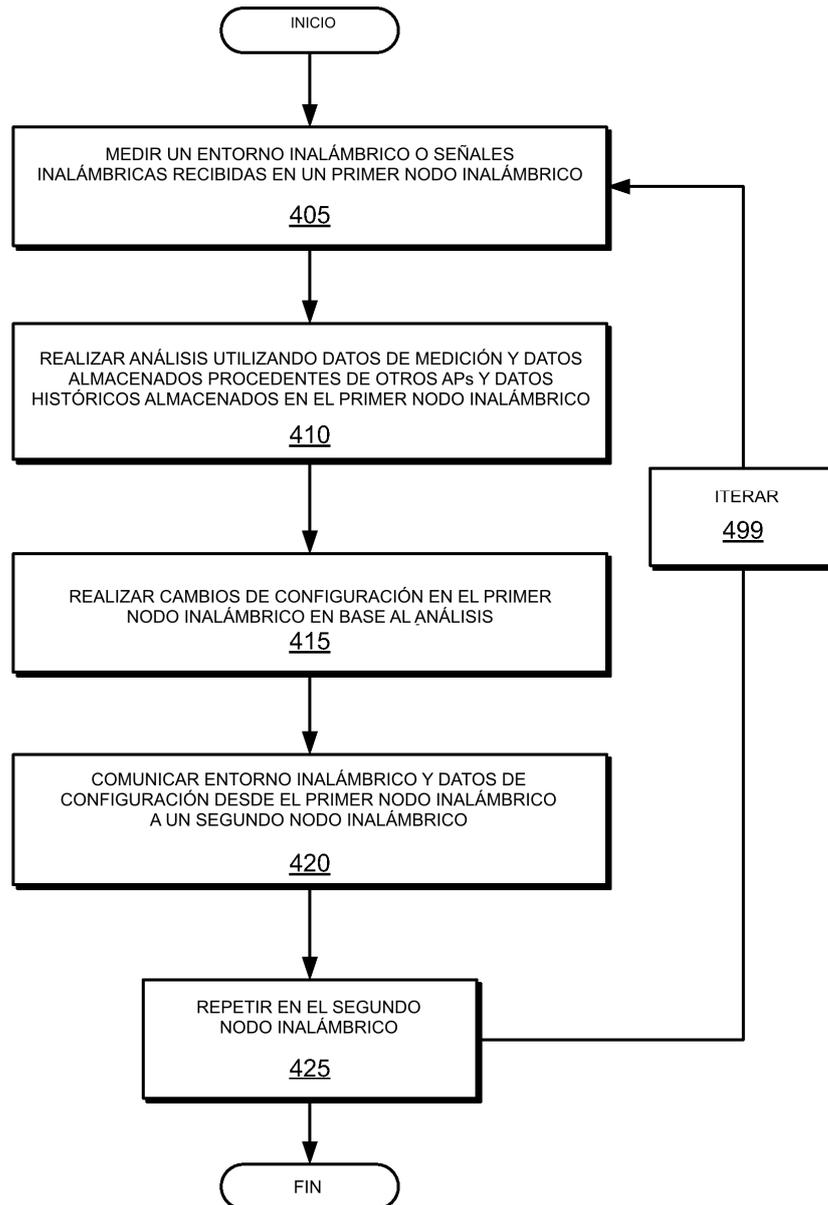


FIG. 4B

401

DATOS INICIALES. LA INTERFERENCIA SE MIDE LOCALMENTE COMO EL NIVEL EN ESTE AP. LAS ENTRADAS EN BLANCO SON DESCONOCIDAS.											
DATOS DE AP1			DATOS DE AP2			DATOS DE AP3			DATOS DE AP4		
AP	CH	RFI	AP	CH	RFI	AP	CH	RFI	AP	CH	RFI
1	6	ND	1		ALTA	1		ALTA	1		BAJA
2		ALTA	2	6	ND	2		ALTA	2		ALTA
3		ALTA	3		ALTA	3	6	ND	3		ALTA
4		BAJA	4		ALTA	4		ALTA	4	6	ND
AP1 ENVÍA SU INFORMACIÓN A AP2. AP2 CAMBIA A CANAL 1. LOS APs MIDEN LA INTERFERENCIA.											
DATOS DE AP1			DATOS DE AP2			DATOS DE AP3			DATOS DE AP4		
AP	CH	RFI	AP	CH	RFI	AP	CH	RFI	AP	CH	RFI
1	6	ND	1	6	ALTA	1		ALTA	1		BAJA
2		BAJA	2	1	ND	2		BAJA	2		BAJA
3		ALTA	3		ALTA	3	6	ND	3		ALTA
4		BAJA	4		ALTA	4		ALTA	4	6	ND
AP2 ENVÍA SU INFORMACIÓN A AP3. AP3 CAMBIA A CANAL 11. LOS APs MIDEN LA INTERFERENCIA.											
DATOS DE AP1			DATOS DE AP2			DATOS DE AP3			DATOS DE AP4		
AP	CH	RFI	AP	CH	RFI	AP	CH	RFI	AP	CH	RFI
1	6	ND	1	6	BAJA	1	6	BAJA	1		BAJA
2		BAJA	2	1	ND	2	1	BAJA	2		BAJA
3		BAJA	3		BAJA	3	11	ND	3		BAJA
4		BAJA	4		BAJA	4		BAJA	4	6	ND
LOS APs SIGUEN INTERCAMBIANDO INFORMACIÓN, PERO, DADO QUE TODA LA INTERFERENCIA ES BAJA, NO CAMBIAN DE CANAL HASTA QUE SE PRODUCE UN NUEVO EVENTO EXTERNO. DESPUÉS DE MÁS ITERACIONES, LOS DATOS SON DISTRIBUIDOS DE LA SIGUIENTE MANERA:											
DATOS DE AP1			DATOS DE AP2			DATOS DE AP3			DATOS DE AP4		
AP	Chan.	RFI	AP	CH	RFI	AP	CH	RFI	AP	CH	RFI
1	6	ND	1	6	BAJA	1	6	BAJA	1	6	BAJA
2	1	BAJA	2	1	ND	2	1	BAJA	2	1	BAJA
3	11	BAJA	3	11	BAJA	3	11	ND	3	11	BAJA
4	6	BAJA	4	6	BAJA	4	6	BAJA	4	6	ND

FIG. 5

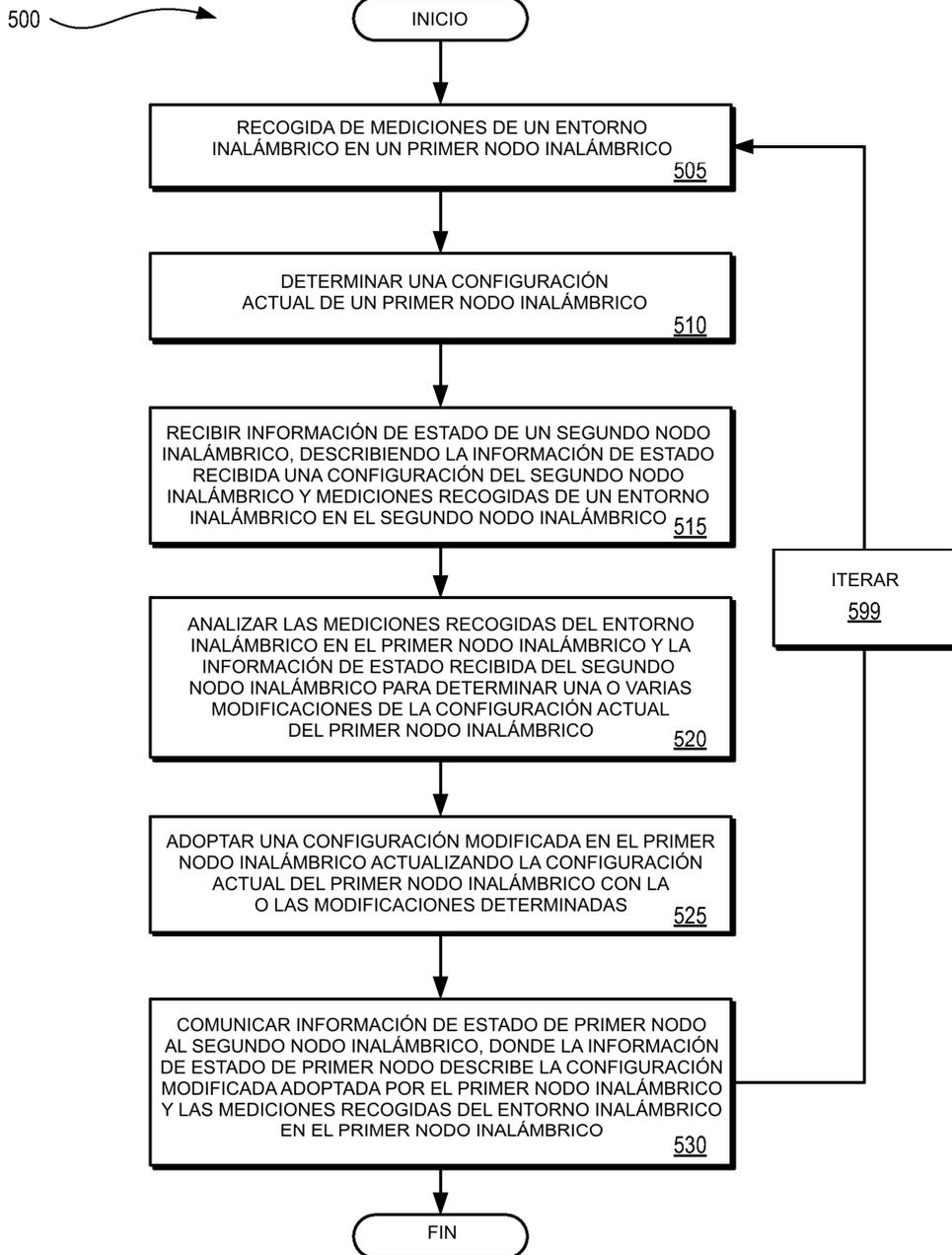


FIG. 6

