

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 703**

51 Int. Cl.:

**H04W 24/02** (2009.01)

**H04L 12/26** (2006.01)

**H04W 24/06** (2009.01)

**H04W 84/12** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2014 E 14187880 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2874429**

54 Título: **Instrumentos inalámbricos colocados para predecir la calidad de servicio**

30 Prioridad:

**11.10.2013 US 201361890171 P**

**03.10.2014 US 201414506106**

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

**29.05.2019**

73 Titular/es:

**GREENLEE TEXTRON INC. (100.0%)**

**4455 Boeing Drive**

**Rockford, IL 6011-2988, US**

72 Inventor/es:

**BUTCHKO, JASON EDWARD y**

**BARMETTLER, MARK**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 714 703 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**

Instrumentos inalámbricos colocados para predecir la calidad de servicio.

Campo

5 La presente descripción se refiere a un instrumento inalámbrico colocado que se utiliza para caracterizar un espectro de comunicación, tal como un espectro inalámbrico, en una zona y para predecir la calidad de servicio para una zona determinada en el despliegue de sistemas inalámbricos.

Antecedentes

10 Debido a problemas de interferencia, congestión y señal, los usuarios de las redes inalámbricas a menudo degradan los servicios en la red inalámbrica en la que se transmiten los datos. Los procedimientos de instalación y validación de redes inalámbricas actualmente empleados pueden ser inadecuados para identificar fuentes comunes de degradación de redes inalámbricas. La incapacidad para identificar y corregir la degradación de la red puede afectar de forma negativa la calidad de experiencia del cliente, lo que da como resultado un exceso de visitas de servicio y reparación, la insatisfacción del cliente y la rotación del cliente.

15 La colocación de una pasarela habilitada para Wi-Fi es una consideración importante para mejorar la calidad de servicio de la red Wi-Fi. Desafortunadamente, el procedimiento actual para colocar una pasarela habilitada para Wi-Fi es aleatorio desde el punto de vista de la calidad de servicio y es conducido por el técnico que selecciona la ubicación más oportuna para la pasarela habilitada para Wi-Fi o el cliente que impone la ubicación. Este procedimiento de ubicación de una pasarela habilitada para Wi-Fi no tiene en cuenta la interferencia o la atenuación y, por lo tanto, a menudo da como resultado una mala calidad de servicio. El uso de una solución existente, por ejemplo, un dispositivo de prueba actual, puede presentar una mejora con respecto al procedimiento aleatorio actual para ubicar la pasarela habilitada para Wi-Fi; sin embargo, el uso del dispositivo medidor actual puede requerir que un técnico tenga que ir hasta cada ubicación dentro de las instalaciones de la red Wi-Fi y validar la calidad de servicio Wi-Fi. Si la calidad de servicio es inaceptable en cualquier ubicación de las instalaciones, el técnico deberá mover la pasarela habilitada para Wi-Fi a una nueva posición que se supone que es mejor y repetir la validación completa de la calidad de servicio.

20 Los dispositivos de prueba actuales también se quedan cortos en el sentido de que toman una "instantánea única" de las perturbaciones de radio y el rendimiento de la red. Durante el análisis, es posible que los dispositivos interferentes no estén funcionando, lo que puede dar como resultado una mala colocación de la pasarela y un rendimiento irregular de la red inalámbrica. Por lo tanto, un solo dispositivo medidor que toma una "instantánea única" de la red no es práctico para validar la calidad de los servicios prestados por una red Wi-Fi. El documento US 7.539.489 B1 describe un sistema para determinar el rendimiento de una red inalámbrica, en el que un controlador central se comunica con diferentes unidades de prueba. No se dan más afectaciones del entorno, especialmente en cuanto al entorno de radiofrecuencia. El documento WO 2009/022054 A1 se refiere a un procedimiento y sistema de supervisión de la calidad de servicio de extremo a extremo. También en relación con este sistema conocido, solo se considera la radiofrecuencia de ciertas unidades bajo prueba.

Compendio

30 La invención se define en el conjunto de reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones y/o ejemplos de la siguiente descripción que no se cubren en el conjunto de reivindicaciones adjuntas no se consideran parte de la presente invención. Algunas realizaciones de ejemplo proporcionan un sistema que se puede usar para determinar el rendimiento de la red inalámbrica. El sistema de dichas realizaciones puede incluir un instrumento inalámbrico configurado para enviar señales inalámbricas en una zona supervisada y para medir las señales inalámbricas recibidas. El sistema puede incluir además un controlador maestro configurado para conectarse con el instrumento inalámbrico para formar una solución de prueba de una red inalámbrica distribuida. El controlador maestro puede configurarse adicionalmente para recibir las señales inalámbricas medidas por el instrumento inalámbrico y analizar las señales inalámbricas para determinar un entorno de radiofrecuencia de la red inalámbrica distribuida en base a las señales inalámbricas.

Este compendio se proporciona simplemente a los efectos de resumir algunas realizaciones de ejemplo para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la descripción.

50 Por consiguiente, se apreciará que las realizaciones de ejemplo descritas anteriormente son meramente ejemplos y no deben interpretarse para limitar el alcance de la descripción de ninguna manera. Otras realizaciones, aspectos y ventajas de diversas realizaciones descritas se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de las realizaciones descritas.

Descripción breve de los dibujos

En asociación con la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y donde números similares en diferentes Figuras pueden referirse al mismo elemento.

5 La Figura 1 es un entorno de ejemplo para determinar la interferencia inalámbrica y la congestión en el entorno.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un instrumento inalámbrico de ejemplo.

La Figura 3 es un diagrama de bloques de un controlador maestro de ejemplo.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de una red de comunicación de ejemplo que implementa el controlador maestro en el entorno.

10 La Figura 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo para analizar un entorno de RF para determinar la congestión, la interferencia y/o la intensidad de la señal.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo para determinar la selección de canales.

15 Las Figuras 7A-D son una captura de pantalla de informes de ejemplo que la interfaz de usuario puede visualizar en base a la información proporcionada por el controlador maestro y los instrumentos inalámbricos para determinar las colocaciones ideales de la pasarela.

La Figura 8 es una captura de pantalla de un ejemplo de informe de mapa de calor en base a un análisis de interferencia, congestión y la información de atenuación de la señal recibida desde los instrumentos inalámbricos y el controlador maestro.

20 La Figura 9 es un informe de ejemplo que ilustra una colocación de los instrumentos inalámbricos y el controlador maestro en el entorno y el estado en base a su colocación.

La Figura 10 es una vista en perspectiva de un controlador maestro de ejemplo.

La Figura 11 es una vista en perspectiva de un instrumento inalámbrico de ejemplo.

Las Figuras 12A y 12B son diagramas de bloques de conexiones de ejemplo de la interfaz de usuario al controlador maestro e instrumentos inalámbricos.

25 Descripción

Si bien las realizaciones pueden ser susceptibles de diferentes formas, se muestran en los dibujos, y en la presente memoria se describirán en detalle, las realizaciones específicas con el entendimiento de que la presente descripción debe ser considerada una ejemplificación de los principios de las realizaciones, y no está destinada a limitar las realizaciones según se ilustran y describen en la presente memoria. Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario, las características descritas en la presente memoria pueden combinarse juntas para formar combinaciones adicionales que de otra manera no se han mostrado a los efectos de la brevedad. Se apreciará también que en algunas realizaciones, uno o más elementos ilustrados a modo de ejemplo en un dibujo(s) puede(n) eliminarse y/o sustituirse con realizaciones alternativas dentro del alcance de la descripción.

30 La Figura 1 es un entorno de ejemplo 10 para el que el sistema de algunas realizaciones de ejemplo puede determinar la interferencia y la congestión inalámbrica. Se proporcionan un sistema 20 y procedimientos para determinar la colocación adecuada de una pasarela 22 habilitada para Wi-Fi en una red inalámbrica que tiene una zona 24 para operar dispositivos inalámbricos 25 que se colocarán en la zona 24. La colocación adecuada puede incluir una colocación óptima o ideal de la pasarela 22. El sistema 20 y los procedimientos tienen en cuenta la interferencia, la congestión y la intensidad de la señal de los dispositivos existentes 27 dentro de un espectro inalámbrico en el que funcionan la pasarela 22 y los dispositivos inalámbricos 25. La capacidad de una red inalámbrica para operar de manera fiable mientras se mueven grandes cantidades de datos depende de una variedad de factores, que incluyen, por ejemplo, la intensidad de la señal inalámbrica, el número de receptores que reciben una difusión de señal inalámbrica en un canal dado, el número de transmisores en un canal dado o canales superpuestos, la radiointerferencia de dispositivos que emiten una señal inalámbrica y/o comparten el mismo o similar espectro de radiofrecuencia, la radiointerferencia de banda ancha y obstáculos que rompen la línea de propagación del sitio de la señal inalámbrica. La interferencia y la congestión pueden ser causadas por dispositivos, tales como otros dispositivos con conexión inalámbrica, microondas, teléfonos sin cables, monitores para bebés, etc. y la atenuación de la señal puede deberse a materiales o distancias entre los dispositivos inalámbricos y el punto de acceso Wi-Fi. Funcionando en el espectro inalámbrico, dichos dispositivos inalámbricos 25 que se colocarán posteriormente pueden ser, por ejemplo, entre otros, una caja de conexión inalámbrica, un ordenador portátil inalámbrico u ordenador personal de escritorio (PC), una cámara de seguridad de vídeo por protocolo de Internet (IP), un controlador de luz inalámbrico, detector de movimiento inalámbrico, timbres inalámbricos, otros dispositivos de domótica, teléfonos inalámbricos, dispositivos de medios inalámbricos habilitados, aparatos domésticos

inalámbricos, etc. Los dispositivos inalámbricos 25 que causan interferencia y congestión pueden incluir cualquier dispositivo inalámbrico que funcione o transmita en el mismo intervalo de frecuencias.

La zona 24 es una ubicación geográfica de un tamaño determinado que puede estar dentro de una residencia, dentro de una escuela, una zona exterior, dentro de una zona comercial tal como una oficina, un hospital y un aeropuerto, etc. El sistema 20 y los procedimientos pueden usarse para analizar características, como el uso del canal, la intensidad de la señal y las características de rendimiento de un espectro inalámbrico, que incluye los dispositivos existentes 27 que pueden interferir con la transmisión inalámbrica dentro del espectro inalámbrico que ya están ubicados en, o cerca de, la zona 24. De forma adicional o alternativa, el espectro inalámbrico puede incluir el dominio celular. Los dispositivos existentes 27 son todos los dispositivos que ya existen dentro o cerca de la zona 24 que emiten una señal inalámbrica que está cerca o dentro del espectro inalámbrico en el que funcionan la pasarela 22 y los dispositivos inalámbricos 25. Un ejemplo de dicho dispositivo 27 existente es un microondas, una caja de conexión inalámbrica, un ordenador portátil u ordenador de escritorio inalámbrica, una cámara de seguridad por vídeo IP, un controlador de luz inalámbrico, detector de movimiento inalámbrico, timbres inalámbricos, otros dispositivos domésticos, teléfonos inalámbricos, y monitores para bebés.

El sistema 20 incluye al menos un instrumento inalámbrico 26, un controlador maestro 28 en comunicación con el, al menos, un instrumento inalámbrico 26 y un dispositivo de interfaz de usuario 29, que juntos forman una solución de prueba de una red inalámbrica distribuida. La solución de prueba de la red inalámbrica puede proporcionar una vista de fuera hacia dentro de la red inalámbrica (del lado del cliente) frente a una vista de dentro hacia fuera que se proporciona a través de los puntos de acceso o pasarelas de la red existentes. El controlador maestro 28 es un dispositivo inteligente con capacidad de punto de acceso (AP) inalámbrico y puede colocarse donde se va a colocar una pasarela 22 más adelante, por ejemplo, al determinar dónde colocar la pasarela 22. El controlador maestro 28 puede ser un dispositivo dedicado o un instrumento inalámbrico 26 que funciona como el controlador maestro. El dispositivo de interfaz de usuario 29 envía comandos de control al controlador maestro 28 que, a su vez, puede enviar comandos a los dispositivos inalámbricos 26, y recibe información del controlador maestro 28, por ejemplo, para determinar la congestión, la interferencia y/o la intensidad de la señal en el entorno 10, según se describe con más detalle a continuación.

El instrumento inalámbrico 26 puede ser una batería o un dispositivo habilitado con alimentación externa que funciona dentro del espectro inalámbrico para realizar mediciones de señalización de radiofrecuencia (RF) y de bajo nivel mientras recibe/transmite datos codificados con señales inalámbricas que se están transmitiendo o recibiendo dentro de ese espectro inalámbrico. Por ejemplo, una señal inalámbrica que operada dentro de un espectro inalámbrico de 2,4 GHz o 5 GHz transmite datos codificados en una de una variedad de formatos, en uno o más canales, por ejemplo, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.11 (a/b/g/n), 802.11ac, 802.11ad y/u otra versión actual o futura desarrollada por el IEEE 802.11 para la capacidad de Wi-Fi en hogares o empresas.

Para validar el ancho de banda disponible, el instrumento inalámbrico 26 pueden programarse para simular la capacidad y los patrones de datos de tráfico de la aplicación que se ejecuta en el dispositivo inalámbrico del cliente. Por ejemplo, el instrumento inalámbrico 26 en la sala de estar pueden programarse para simular los dispositivos habilitados para Wi-Fi del cliente y sus aplicaciones, tales como, una caja de conexión de TV, un ordenador personal o una tableta, etc. Mientras que el instrumento inalámbrico 26 en el dormitorio puede programarse para simular dispositivos habilitados para Wi-Fi del cliente y sus aplicaciones, tales como un teléfono inteligente, tableta o monitor para bebés. El instrumento inalámbrico 26 puede programarse ajustando las configuraciones en el respectivo instrumento inalámbrico 26, o programarse por el controlador maestro 28 usando el dispositivo de interfaz de usuario 29 para enviar un perfil a cada instrumento inalámbrico que indica qué tipo de dispositivo inalámbrico 25 y aplicaciones va a simular el instrumento inalámbrico 26. Cuando se programan sin perfiles, los instrumentos inalámbricos intentan obtener el ancho de banda mínimo requerido y, posteriormente, un multiplicador del ancho de banda mínimo de la red intenta validar el rendimiento de la red en condiciones normales y de tensión.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un instrumento inalámbrico (26) de ejemplo. En general, cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 tiene un procesador 30 que puede incluir múltiples procesadores. El procesador 30 puede estar configurado, por ejemplo, a través de la ejecución de software y/o por medio de la configuración de hardware, para recopilar y analizar datos relacionados con la intensidad de la señal de una señal inalámbrica, el número de receptores en un canal, la intensidad de la señal de cada canal en que se está transmitiendo la señal inalámbrica, y la transmisión de datos en un canal adyacente superpuesto y la radiointerferencia de los dispositivos existentes 27 se transmiten en un espectro inalámbrico adyacente o superpuesto. Se apreciará que la ilustración de la Figura 2 se proporciona a modo de ejemplo y no a modo de limitación. En algunas realizaciones de ejemplo, uno o más elementos ilustrados y descritos con respecto a la Figura 2 pueden omitirse. De forma adicional o alternativa, en algunas realizaciones de ejemplo, el instrumento inalámbrico 26 puede incluir uno o más elementos adicionales a los ilustrados y descritos a modo de ejemplo con respecto a la Figura 2.

En algunas realizaciones, un instrumento inalámbrico 26 también incluye una memoria 32 que puede, por ejemplo, incluir una memoria integrada, una tarjeta de memoria externa y/u otro dispositivo o dispositivos de memoria. Se apreciará que, en algunas realizaciones, la memoria 32 puede incluir múltiples dispositivos de memoria, incluidas diversas combinaciones de diferentes tipos de memoria. El instrumento inalámbrico 26 puede incluir además una interfaz de usuario 34 en comunicación con el procesador 30 para introducir instrucciones en el procesador 30. El

instrumento inalámbrico 26 pueden incluir adicionalmente hardware de comunicación para enviar/recibir información hacia/desde el controlador maestro 22 y/o la pasarela 22. El hardware de comunicación puede incluir, por ejemplo, un receptor/transceptor 36, una o más antenas 38, y/u otro hardware adecuado que pueda proporcionar una interfaz de comunicación para enviar/recibir información de forma inalámbrica.

- 5 La memoria 32 puede almacenar el software que incluye un código que, cuando es ejecutado por el procesador 30, hace que el procesador 30 (o el instrumento inalámbrico 26) realice las funciones/procedimientos descritos en la presente memoria. De forma adicional o alternativa, las funciones se pueden realizar a través de un hardware particularmente configurado, tal como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables por campo (FPGA), etc., que puede no depender del software, o que al menos puede ser un enfoque híbrido utilizando una combinación de hardware especialmente configurado y un procesador que ejecuta las instrucciones. En algunas realizaciones que utilizan dicho hardware particularmente configurado, el hardware particularmente configurado puede implementar aspectos del procesador 30. El instrumento inalámbrico 26 puede analizar el entorno de radio existente para identificar la interferencia del espectro inalámbrico, identificar los dispositivos inalámbricos existentes y el mapeado de sus canales, caracterizar la intensidad de la señal del espectro inalámbrico, construir un "mapa de calor" gráfico de la zona supervisada para indicar la zona de cobertura y superposición en la comunicación de los instrumentos inalámbricos 26. El instrumento inalámbrico 26 puede transmitir y recibir señales inalámbricas de prueba hacia y desde el controlador maestro 28, a fin de analizar el entorno de radio existente y determinar la integridad de la red inalámbrica y la cantidad de interferencia dentro del espectro inalámbrico en el que están funcionando la pasarela 22 y los dispositivos inalámbricos 25.
- 10
- 15
- 20 Otra realización del instrumento inalámbrico 26 incluye un dispositivo disponible comercialmente, tal como un teléfono inteligente, tableta, ordenador portátil o PC con capacidad de Wi-Fi que puede funcionar en uno de una variedad de sistemas operativos tal como Microsoft Windows TM (una marca registrada de Microsoft Corporation), Apple TM iOS (una marca registrada de Apple Inc.), Apple TM OSX, Google TM Android (una marca registrada de Google Inc.) o Linux TM (una marca registrada propiedad de Linus Torvalds). El instrumento inalámbrico 26 puede implementarse como una aplicación de software en dichos dispositivos.
- 25

Un ejemplo de un dispositivo que puede analizar el entorno de radio existente para caracterizar el espectro objetivo y establecer un mapa de interferencia de una zona supervisada es Fluke Networks TM AirCheck (una marca registrada de Fluke Corporation). El medidor de Wi-Fi de Fluke Networks TM AirCheck proporciona una instantánea en un solo punto geográfico de la zona que se está supervisando. A diferencia de los otros medidores conocidos de Fluke Networks TM AirCheck, el instrumento inalámbrico 26 está programado para analizar el entorno de radio existente en uno o más puntos simultáneamente durante un período de tiempo continuo y comunicarse con el controlador maestro 28.

30

La Figura 3 es un diagrama de bloques de un controlador maestro de ejemplo 28. El controlador maestro 28 es un ordenador que puede ejecutar una aplicación en forma de software y/o hardware y puede enviar y recibir información hacia y desde cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 y un dispositivo de interfaz de usuario 29 (Figura 1). El dispositivo de interfaz de usuario 29 puede incorporarse en el instrumento inalámbrico 26 y/o el controlador maestro 28, y/o puede ser un dispositivo independiente, por ejemplo, una tableta, un teléfono inteligente, ordenador portátil, PC, etc. El dispositivo de interfaz de usuario 29 puede ser un dispositivo dedicado a visualizar información desde el controlador maestro 28 o un dispositivo que ejecuta diversas aplicaciones, incluida una para el controlador maestro 28.

35

40

En general, el controlador maestro 28 tiene un procesador 40, que puede incluir múltiples procesadores. El procesador 40 puede estar configurado, por ejemplo, a través de la ejecución de software y/o por medio de la configuración de hardware, para recopilar y analizar información de los instrumentos inalámbricos 26 relacionada con la intensidad de la recepción de radio, el número de receptores en un canal, la intensidad de la señal de cada canal en que se transmite la señal inalámbrica y la transmisión de datos en un canal adyacente superpuesto y la radiointerferencia de los dispositivos que comparten el espectro de radiofrecuencia. El controlador maestro 28 puede incluir además la memoria 42, que puede, por ejemplo, incluir una memoria integrada, una tarjeta de memoria externa y/u otros dispositivos de memoria. Se apreciará que, en algunas realizaciones, la memoria 42 puede incluir múltiples dispositivos de memoria, incluidas diversas combinaciones de diferentes tipos de memoria. El controlador maestro 28 puede incluir adicionalmente hardware de comunicación para enviar/recibir información hacia/desde instrumentos inalámbricos 26 y/o la pasarela 22. El hardware de comunicación puede incluir, por ejemplo, un receptor/transceptor 46, una o más antenas 48, y/u otro hardware adecuado que pueda proporcionar una interfaz de comunicación para enviar/recibir información de forma inalámbrica. De forma adicional o alternativa, las funciones se pueden realizar a través de un hardware particularmente configurado, tal como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables por campo (FPGA), etc., que puede no depender del software, o que al menos puede ser un enfoque híbrido utilizando una combinación de hardware especialmente configurado y un procesador que ejecuta las instrucciones. En algunas realizaciones que utilizan dicho hardware particularmente configurado, el hardware particularmente configurado puede implementar aspectos del procesador 40.

45

50

55

El controlador maestro 28 de algunas realizaciones puede incluir y/o, en cualquier caso, estar en comunicación operativa con un dispositivo de interfaz de usuario 29. El dispositivo de interfaz de usuario 29 puede estar en

60

comunicación operativa con el procesador 40 para introducir instrucciones en el procesador 40. El dispositivo de interfaz de usuario 29 puede implementarse con un teléfono inteligente, tableta, ordenador portátil, PC, etc. que se puede conectar al controlador maestro 28 por medio de una conexión inalámbrica y/o cableada.

5 Se apreciará que la ilustración de la Figura 3 se proporciona a modo de ejemplo y no a modo de limitación. En algunas realizaciones de ejemplo, uno o más elementos ilustrados y descritos con respecto a la Figura 3 pueden omitirse. De forma adicional o alternativa, en algunas realizaciones de ejemplo, el instrumento inalámbrico 26 puede incluir uno o más elementos adicionales a los ilustrados y descritos a modo de ejemplo con respecto a la Figura 3.

10 La Figura 4 es un diagrama de bloques de una red de comunicación 49 de ejemplo que implementa el controlador maestro 28 en el entorno 10. El controlador maestro 28 puede conectarse y comunicarse de forma inalámbrica, por ejemplo, mediante un AP a la configuración de red del cliente 99, con cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 después de que cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 se coloca en la zona 24. Sin embargo, se apreciará que se pueden usar otras configuraciones de red (por ejemplo, no estructuradas), que incluyen, por ejemplo, una configuración de red ad hoc. El procesador 40 del controlador maestro 28 puede estar configurado para analizar la información recibida desde el instrumento inalámbrico 26, y enviar información al instrumento inalámbrico 26, según se describe con más detalle a continuación.

15 En algunas realizaciones de ejemplo, las funciones del controlador maestro pueden ser proporcionadas por una pasarela de las instalaciones habilitada para Wi-Fi que ejecuta software de terceros, por ejemplo, puede ser proporcionada por Greenlee TM (una marca registrada de Greenlee Textron, Inc.) que puede funcionar en uno de una variedad de sistemas operativos como Microsoft TM Windows, Apple TM iOS, Apple TM OSX, Google TM Android o Linux TM. Cuando se ejecuta dicho software, la pasarela de las instalaciones puede estar configurada para realizar la funcionalidad de un controlador maestro según diversas realizaciones descritas en la presente memoria.

20 En algunas realizaciones de ejemplo, el controlador maestro puede comprender a través de conexiones, tales como una conexión de bus serial universal (USB), una conexión Ethernet, una conexión FireWire TM (una marca registrada de Apple Inc.), una conexión Thunderbolt TM (una marca de Intel Corporation), y/u otra conexión alámbrica adecuada que se pueda usar para acoplar dispositivos informáticos de forma comunicativa. En algunas realizaciones en las que el controlador maestro se conecta a la pasarela de las instalaciones, el controlador maestro puede obtener al menos una porción de su potencia operativa (por ejemplo, a través de una conexión USB) desde la pasarela. Por lo tanto, en algunas de estas realizaciones, el controlador maestro puede no usar una batería u otra fuente de alimentación externa más allá de la pasarela.

25 En algunas realizaciones de ejemplo, el controlador maestro puede ser implementado por un dispositivo disponible comercialmente, tal como un teléfono inteligente, tableta, ordenador portátil o PC con capacidad de Wi-Fi que puede funcionar en una variedad de sistemas operativos tales como Microsoft TM Windows, Apple TM iOS, Apple TM OSX, Google TM Android o Linux TM. En este sentido, el dispositivo disponible comercialmente puede estar configurado a través de software para realizar la funcionalidad de un controlador maestro según diversas realizaciones descritas en la presente memoria.

30 La pasarela 22 es un dispositivo de red informática que encamina paquetes de datos codificados dentro de la señal inalámbrica desde la red inalámbrica a otra red, típicamente una red de área amplia (WAN) cableada. La pasarela 22 puede comunicarse con los instrumentos inalámbricos 26, con el controlador maestro 28, el dispositivo de interfaz de usuario 29 y con los dispositivos inalámbricos del cliente 25 que se colocarán más adelante.

35 La Figura 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento 500 de ejemplo para analizar un entorno de RF, por ejemplo, el entorno 10, para determinar la congestión, la interferencia y/o la intensidad de la señal. El procedimiento 500 también puede aplicarse a muchos otros tipos de entornos, por ejemplo, espacios comerciales, aeropuertos, escuelas, entornos al aire libre, vehículos, etc. El procedimiento 500 puede identificar posibles problemas de comunicación en el entorno 10, sugerir posibles soluciones a los problemas y establecer las expectativas del cliente. Según se describe con más detalle a continuación, el procedimiento 500 puede sugerir los canales de Wi-Fi preferidos disponibles para el entorno 10, sugerir las ubicaciones preferidas para los AP de Wi-Fi y/o proporcionar una métrica de calidad de experiencia (QoE) para establecer las expectativas del cliente.

40 Para iniciar la prueba, se colocan los dispositivos, por ejemplo, el instrumento inalámbrico 26, el controlador maestro 28 y el dispositivo de interfaz de usuario 29 para analizar un entorno, tal como el entorno 10 (502). Una vez que el controlador maestro 28 está encendido o, en cualquier caso activado, o en otras realizaciones conectado con la pasarela 22 que está encendida, el punto de acceso radio del controlador maestro puede activarse, permitiendo así que el dispositivo de interfaz de usuario 29 y los instrumentos inalámbricos 26 establezcan una conexión, por ejemplo, de forma inalámbrica, con el controlador maestro 28. Los instrumentos inalámbricos 26 se colocan en cada ubicación donde el técnico desea caracterizar el espectro inalámbrico y simular el rendimiento del dispositivo inalámbrico 25 que se va a colocar más adelante. Por ejemplo, los instrumentos inalámbricos 26 se pueden colocar en los dormitorios, la sala de estar, el patio y al lado del garaje, etc., para replicar las señales procedentes de dispositivos habilitados para Wi-Fi, tales como cajas de conexión inalámbricas, ordenadores portátiles inalámbricos u ordenadores de mesa, cámaras de seguridad de vídeo por IP, controladores de luz inalámbricos, detectores de

movimiento inalámbricos, timbres inalámbricos, otros dispositivos de domótica, dispositivos de medios con conexión inalámbrica, electrodomésticos inalámbricos, teléfonos inalámbricos, monitores para bebés, etc.

El dispositivo de interfaz de usuario 29 de algunas realizaciones de ejemplo incluye software, hardware y/o firmware para ejecutar instrucciones para realizar pruebas y análisis del entorno 10, en cooperación con el controlador maestro 28 y los instrumentos inalámbricos 26. El dispositivo de interfaz de usuario 29 envía un comando al controlador maestro 28 para comenzar a probar el entorno 10 (506). Cada uno de los instrumentos inalámbricos 26, cuando está colocado y encendido, analiza el entorno de radio existente durante un período de tiempo continuo para caracterizar la interferencia de Wi-Fi, la congestión y el alcance de la señal mediante el análisis del espectro objetivo, la identificación de la radiointerferencia, las perturbaciones de red, los puntos de acceso radio existentes, la asignación de canales e intensidades de señal de una porción de la zona 24 dentro del alcance del instrumento inalámbrico 24. Una vez colocados y encendidos, según los comandos del controlador maestro 28, los instrumentos inalámbricos 26 pueden realizar mediciones de interferencia, congestión y alcance de la señal de las señales inalámbricas que provienen de los dispositivos existentes 27 en los puntos específicos de colocación. Cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 recopila la información relacionada con la interferencia, la congestión y el alcance de la señal y almacena la información en su memoria 32. Al comprender la capacidad de la red inalámbrica, el dispositivo de interfaz de usuario 29 puede predecir cómo se comportará el entorno de radiofrecuencia, y el comportamiento del entorno se puede usar para determinar un ancho de banda de datos máximo que se pueda satisfacer, por ejemplo, para el rendimiento de la red.

Por ejemplo, en base a un comando del dispositivo de interfaz de usuario 29, el controlador maestro 28 puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que inicien las fases de prueba individuales mediante los instrumentos inalámbricos 26 (508). Una prueba puede incluir el análisis de los canales de AP. En este sentido, el controlador maestro 28 puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que analicen la información del canal de las tramas baliza transmitidas por los AP visibles y determinar qué anchos de canal dan soporte a los AP visibles (510). Los instrumentos inalámbricos 26 pueden ejecutar la prueba analizando la información del canal de AP para diferentes canales (512). El instrumento inalámbrico 26 puede completar la prueba e informar de los resultados (514). El controlador maestro 28 obtiene los resultados de los instrumentos inalámbricos 26, por ejemplo, al recibir los informes enviados de forma inalámbrica por los instrumentos inalámbricos 26 al controlador maestro 28.

El controlador maestro 28 puede determinar si quedan pruebas adicionales por realizar (518). Además de analizar la información del canal de AP, se pueden usar pruebas adicionales, tales como el análisis de la estación, para medir la congestión del canal. La congestión, también conocida como la utilización del canal, es una medida de cuán ocupado está el medio con otro tráfico de Wi-Fi de la competencia. La medición de la congestión puede ser un fenómeno temporal (p. Ej., una elevada ráfaga de tráfico) durante las horas de la noche en un ambiente residencial o durante el día en un entorno de oficina. Por lo tanto, se puede realizar una medición más exhaustiva de la congestión durante un período prolongado de tiempo, por ejemplo, para detectar el tráfico diurno, el tráfico nocturno, el tráfico durante un período de veinticuatro horas, el tráfico semanal y/o el tráfico de una mes, tráfico durante un año, etc.

El controlador maestro 28 ordena a los instrumentos inalámbricos 26 que realicen una captura de paquetes y analicen el tráfico para determinar el número y los tipos de estaciones conectadas a los AP para descubrir fuentes de interferencia locales, por ejemplo, un fuerte dispositivo TX Wi-Fi en la habitación y descubrir clientes adicionales y AP que el análisis de AP no ha descubierto, por ejemplo, dispositivos como termostatos, cámaras de seguridad, etc. y dispositivos de emisión de vídeo en tiempo real como televisores Apple TM, Roku TM (una marca registrada de Roku, Inc.), televisiones híbridas, etc. El controlador maestro 28 también puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que analicen la información IEEE 802.11k. Si un AP es compatible con el IEEE 802.11k, los instrumentos inalámbricos 26 analizan la información de la baliza del AP para obtener el número de clientes conectados al AP y el factor de utilización del canal.

Otra prueba incluye la utilización del canal. El controlador maestro 28 puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que realicen una captura de paquetes y analicen el tráfico para determinar la utilización del canal en base a la longitud del paquete y la velocidad de transmisión de datos. El controlador maestro 28 también puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que verifiquen la latencia de la transmisión midiendo el tiempo desde que se pone un paquete en cola hasta que el paquete llega al receptor. Esto se puede usar para medir la congestión en el aire. El controlador maestro 28 puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que lleven a cabo un análisis de intentos realizando una captura de paquetes y analizando el tráfico para determinar el porcentaje de tráfico que es un intento. Esto puede ayudar a comprender si la congestión es debida a intentos excesivos entre dispositivos. El controlador maestro 28 puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que verifiquen una distribución de la tasa de datos realizando una captura de paquetes y analizando el tráfico para determinar la tasa de datos usada entre enlaces. Esto ayuda a comprender si la congestión se debe a dispositivos que utilizan bajas tasas de datos que consumen mucho tiempo medio. El controlador maestro 28 también puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que determinen el rendimiento realizando una medición del rendimiento y comparando el resultado con una medición de referencia para un entorno sin congestión. La medición del rendimiento puede utilizar un patrón de datos similar a la emisión de vídeo en tiempo real, emisión de audio en tiempo real o servicios de navegación web.

Para medir la interferencia no Wi-Fi, el controlador maestro 28 también puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que analicen la sensibilidad de la recepción transmitiendo una serie de paquetes a tasas de datos de transmisión (TX) predeterminadas para deducir la relación señal/ruido del entorno (SNR). El controlador maestro 28 puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que verifiquen los contadores de ciclos de control de acceso al medio (MAC). El hardware MAC radio puede incluir registros configurados para contar el número de ciclos de reloj que el MAC consume transmitiendo o recibiendo una trama y consume procesando otras señales. Las otras señales pueden considerarse interferencias no Wi-Fi. El controlador maestro 28 también puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que determinen un ruido de fondo. Un alto ruido de fondo indica que hay algún tipo de interferencia local presente. El ruido de fondo puede estar midiendo durante un período prolongado de tiempo. El controlador maestro 28 puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que verifiquen los contadores de errores de la capa física (PHY). El MAC radio puede incluir contadores configurados para medir el número de errores de PHY que el motor de RX está detectando mientras busca señales de Wi-Fi. El controlador maestro 28 también puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que realicen un análisis del espectro. Las radios de nueva generación tienen un modo especial que expone los valores de IQ de bajo nivel de los paquetes recibidos a fin de realizar transformaciones de Fourier rápidas (FFT) y determinar el tipo de interferencia que pueda estar presente en el entorno.

Para medir la intensidad de la señal, el controlador maestro 28 puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que determinen el indicador de la intensidad de la señal recibida (RSSI) informado de radio de las tramas baliza. El controlador maestro 28 también puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que realicen la captura de paquetes analizando el RSSI de otros tipos de paquetes, por ejemplo, acuse de recibo (ACK), sondas, etc. El controlador maestro 28 puede ordenar a los instrumentos inalámbricos 26 que determinen la sensibilidad de la recepción transmitiendo una serie de paquetes a tasas de datos TX predeterminadas para deducir la SNR del entorno.

Los instrumentos inalámbricos 26 realizan mediciones de RF y paquetes de bajo nivel y transmiten y reciben datos de forma que simulan el dispositivo inalámbrico del cliente 27 o los requisitos de ancho de banda de la aplicación para ser colocados más adelante. Por ejemplo, el instrumento inalámbrico 26 en la sala de estar puede realizar mediciones de RF y de bajo nivel y simular un ordenador que navega por la web, y el instrumento inalámbrico 26 en el dormitorio infantil puede simular un monitor para bebé que envía audio en transmisión continua. El televisor puede incluir equipos electrónicos de audio y vídeo y el sótano puede incluir un AP, tal como una pasarela o encaminador, etc. Los instrumentos inalámbricos 26 realizan mediciones de RF y de bajo nivel y pueden ser instruidos por el controlador maestro 28 para transmitir y recibir a fin de simular dispositivos o aplicaciones.

Después de analizar los problemas de interferencia, congestión y señal de forma independiente y/o en coordinación con el controlador maestro 28, los instrumentos inalámbricos 26 transmiten sus resultados al controlador maestro 28 automáticamente, o un técnico utiliza el controlador maestro 28 para recopilar la información de cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 (520). Según se describe con más detalle en la Figura 6, el dispositivo de interfaz de usuario 29 y/o el controlador maestro 28 determinan un canal de AP preferido en base a la información recopilada por los instrumentos inalámbricos 26 (522). El dispositivo de interfaz de usuario 29 y/o el controlador maestro 28 determinan un punto de ubicación (524) de AP preferido, según se describe con más detalle en las Figuras 7A-D, 8 y 9.

El dispositivo de interfaz de usuario 29 y/o el controlador maestro 28, y/o la interfaz de usuario 26 junto con el controlador maestro 28, también pueden determinar una puntuación de QoE para cada uno de los instrumentos inalámbricos 26, por ejemplo, registrar una calidad de navegación web, voz, emisión de vídeo en tiempo real, emisión de vídeo en tiempo real HD, el IEEE 802.11a, b, g, n, ac, ad, etc., según la posición de los instrumentos inalámbricos 26. Un objetivo de la calidad de experiencia QoE métrica es establecer las expectativas del cliente sobre las limitaciones de su entorno de RF. La métrica de QoE puede ser una media ponderada de una recopilación de mediciones a escala. Por ejemplo, para calcular la QoE de una habitación en particular:

$$QoE_{\text{dormitorio}} (S_{\text{congestión}}, S_{\text{interferencia}}, S_{\text{señal}}, S_{\text{apps}}) = W_{\text{congestión}} * S_{\text{congestión}} + W_{\text{interferencia}} * S_{\text{interferencia}} + W_{\text{señal}} * S_{\text{señal}} + W_{\text{apps}} * S_{\text{apps}}$$

$$S_{\text{congestión}} + S_{\text{interferencia}} * S_{\text{señal}} + S_{\text{apps}}$$

Donde:

W<sub>x</sub> es el peso para el parámetro x (p. ej., congestión, interferencia e intensidad de la señal).

S<sub>x</sub> es la puntuación para cada parámetro x.

Por ejemplo, para S<sub>señal</sub> se pudo haber determinado a través de las pruebas que los dos procedimientos que proporcionan la representación más exacta de la intensidad de la señal son RSSI y SNR. Donde SNR es ligeramente mejor que RSSI. Los intervalos para cada escala también pueden determinarse en base a los experimentos y ajustarse con los datos recopilados durante la prueba.

|   |                          |
|---|--------------------------|
| S | 0 si SNR < 5             |
|   | 1 si SNR < 8             |
|   | 2 si SNR < 11            |
|   | 3 si SNR < 14 o SNR > 30 |
|   | 4 si SNR < 17 o SNR > 20 |
|   | 5 si SNR < 17 y SNR > 20 |

|   |                            |
|---|----------------------------|
| S | 0 si RSSI < 90             |
|   | 1 si RSSI < 80             |
|   | 2 si RSSI < 70             |
|   | 3 si RSSI < 60 o RSSI > 40 |
|   | 4 si RSSI < 65 o RSSI > 45 |
|   | 5 si RSSI > 65 o RSSI < 45 |

5 Sseñal =WRSSI \* SRSSI + WSNR \* SSNR = (0,4)(3) + (0,6)(5) = 4,2. Las puntuaciones de QoE se pueden asignar según la ubicación de cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 para proporcionar una representación visual de la calidad de experiencia determinada para el cliente en cada ubicación.

El dispositivo de interfaz de usuario 29 también puede determinar una puntuación QoE total para todo el entorno de radiofrecuencia 10, (por ejemplo, una casa) de forma similar, utilizando una media ponderada de todas las ubicaciones de los instrumentos inalámbricos 26. Por ejemplo:

$$QoECasa = WP1 * QoEP1 + WP2 * QoEP2 + WP3 * QoEP3 + WP4 * QoEP4.$$

10 En algunas realizaciones, los pesos, por defecto, pueden ser los mismos para todas las ubicaciones de las habitaciones:  $W = 1/(\text{número de instrumentos inalámbricos})$ . Esto es como una media aritmética. La desviación estándar se determina para las QoE disponibles y se usa para ajustar el peso de las QoE que están fuera de las desviaciones estándar 1, 2, 3, etc. También se pueden aplicar factores de ajuste determinados a través de ensayos. Una razón para esto es que una o dos habitaciones con mala QoE pueden tener ráfagas de intentos y/o utilizar tasas de datos más bajas. Esto puede afectar la capacidad disponible del canal para las otras habitaciones cuando múltiples salas están reproduciendo al mismo tiempo. Por ejemplo, una ubicación con una QoE de 4,5, 4,2, 3,8 y 2,5 da como resultado una QoE media de 3,75. La desviación estándar es de 0,88, lo que da como resultado que la sala con 2,5 caiga fuera de una (1) desviación estándar. En este caso, el peso de esta habitación se puede ajustar desde (0,25 + 0,10 = 0,35) y las otras habitaciones hasta (0,22). Esto da como resultado una QoE de la casa de 3,58.

20 Los registros de las puntuaciones de QoE se pueden mantener de modo que los agentes de servicio al cliente y los técnicos puedan consultar los informes cuando un cliente tenga una pregunta sobre el rendimiento de comunicación de su entorno 10. Por ejemplo, los informes pueden indicar si la navegación web funciona bien en una habitación determinada, y si Netflix TM (una marca registrada de Netflix, Inc.) u otro servicio de transmisión continua puede funcionar suficientemente en la habitación, o si pueden ser necesarias actualizaciones del entorno. Si el resultado de la prueba no es adecuado (530), se pueden tomar medidas correctivas, por ejemplo, añadir un repetidor al sistema, mover el AP, etc., y el controlador maestro 28 puede reiniciar la prueba en base a la nueva configuración (508). Si los resultados de las pruebas son aceptables (530), se puede generar y guardar un informe de rendimiento de la red que incluya la información determinada anteriormente para futuras referencias (534). Por ejemplo, se puede generar un certificado de nacimiento de la red Wi-Fi y los datos se pueden cargar en un servidor basado en la nube para futuras referencias en el caso de que haya llamadas de servicio o una ampliación de servicio.

35 La Figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento 600 de ejemplo para determinar la selección de canales. Mediante los resultados de escaneo de los AP radio, se cuenta el número de AP en cada canal y se selecciona el canal con el número de AP más bajo (602). Existe un sesgo hacia la selección de los canales 1, 6 u 11 en la banda de 2,4 GHz. Los canales de 5 GHz utilizan una banda diferente. En función de lo que proporcione la radio o el sistema operativo, se puede realizar un rastreo de paquetes durante una cantidad de tiempo determinada en cada canal, por ejemplo, analizando la información del IEEE 802.11k dentro de la baliza (604). Cuanto más largo es el tiempo de permanencia, más información puede recopilarse sobre el canal. Después de escanear cada canal, se analizan los paquetes y se recopilan las estadísticas. Una vez que se escanean todos los canales, se procesan las estadísticas recopiladas y se puntúa cada canal. Se puede ordenar una lista de canales en base a las puntuaciones y se selecciona el canal con la puntuación más baja.

El controlador maestro 28 envía parámetros de tarea a los instrumentos inalámbricos 26 asociados con el entorno 10 (606). Los parámetros de la tarea pueden incluir una lista de canales, información reglamentaria (FCC, etc.) y un tiempo para dedicar a la supervisión de cada canal. Los instrumentos inalámbricos 26 en el sistema realizan una captura de paquetes para cada canal mientras envían solicitudes de sondas de difusión (608). A medida que se reciben los paquetes, se pueden recopilar las siguientes estadísticas para cada uno de los instrumentos inalámbricos 26: dirección de origen, dirección de destino, dirección de AP (BSSID), nombre de AP (SSID) para balizas y sondas, distribución de intensidad de señal (RSSI) (mín., máx., media, mediana), información de la tasa de datos (mín., máx., media, mediana), elementos de información diseccionados en balizas y sondas, información de intentos, ocupación media total (por ejemplo, tiempo calculado en base a la longitud del paquete y la tasa de datos), y medición del ancho de banda en una duración corta (o realizada en un número seleccionado de canales). Los datos recopilados se agregan de todos los dispositivos (610). Posteriormente, se aplica un conjunto de penalizaciones a cada canal en base a los datos recopilados (612). Se seleccionan los canales con la penalización más baja (614). Para verificar la selección de canales, los canales seleccionados al realizar el rastreo de paquetes pueden compararse con los canales seleccionados mediante el escaneo (616).

Las Figuras 7A-D son una captura de pantalla de informes de ejemplo que pueden generarse en base a la información proporcionada por el controlador maestro 28 y los instrumentos inalámbricos 26 para determinar las colocaciones adecuadas de la pasarela 22. Los informes se pueden visualizar, por ejemplo, en el dispositivo de interfaz de usuario 29 según algunas realizaciones de ejemplo. Los instrumentos inalámbricos 26 y el controlador maestro 28 están configurados como balizas de transmisión según se ha descrito anteriormente. El controlador maestro 28 realiza el escaneo de la selección de canales. La lista de escaneo incluye una lista de dispositivos (puntos de acceso, por ejemplo, puertas de enlace y encaminadores, estaciones, controladores maestros 28, instrumentos inalámbricos 26, etc.) en la zona. El AP, por ejemplo, el controlador maestro 28 que actúa como AP y/o pasarela 22, se coloca en el centro de un círculo concéntrico virtual. Cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 se coloca en un círculo exterior diferente en base a, al menos, uno de los siguientes: indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI), rendimiento de la señal o puntuación de QoE, etc.

Los resultados pueden incluir el indicador de una marca de comprobación para una ubicación actual válida de los instrumentos inalámbricos 26 y/o la pasarela 22. Por ejemplo, en la Figura 7C, una ubicación válida de los instrumentos inalámbricos 26 y/o de la pasarela (22) (también a veces denominada adecuada o satisfactoria) puede indicar que una posición del instrumento inalámbrico 26 puede realizar sus funciones esperadas, por ejemplo, uno o más de navegación web, voz, emisión de vídeo en tiempo real, emisión de vídeo en tiempo real HD y/o el IEEE 802.11b, g, n, ac, etc., en base a la congestión, la interferencia y la intensidad de la señal, etc. en la zona 24. De forma adicional o alternativa, la posición puede ser válida para la navegación web pero no para la emisión de vídeo en tiempo real HD (p. ej., no hay suficiente rendimiento disponible) y el IEEE 802.11ac (no hay suficiente SNR disponible), etc. Un indicador de punto de explicación indica una posible degradación del rendimiento en esa ubicación, y una X indica un rendimiento inaceptable en esa ubicación para la función determinada, por ejemplo, debido a la interferencia, la congestión y/o la atenuación de la señal. Por ejemplo, la ubicación no es válida para el IEEE 802.11ac, pero es válida para el IEEE 802.11 b, g y n. En la Figura 7D, cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 se coloca en una ubicación diferente en base a su círculo exterior correspondiente basado en un RSSI máximo entre sí ya que cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 es baliza y puede estar en los resultados de escaneo del otro.

Los informes pueden en base a la interferencia, la congestión y el alcance de la señal determinados anteriormente. Los informes indican una ubicación óptima para la pasarela inalámbrica 22 y, posiblemente, puntos de acceso adicionales a la red inalámbrica. En el ejemplo de una instalación residencial o comercial, el técnico recopila la información de cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 y, posteriormente, enciende la pasarela inalámbrica 22. El controlador maestro 28 envía unilateralmente información de acceso a cada uno de los instrumentos inalámbricos 26, y posteriormente, inicia la sesión en la red inalámbrica. Los instrumentos inalámbricos 26 pueden entonces simular los requisitos de rendimiento del tipo específico de dispositivo inalámbrico 25 que se instala en la ubicación de los instrumentos inalámbricos colocados 26.

La Figura 8 es una captura de pantalla de un ejemplo de informe de mapa de calor 800 en base a un análisis de interferencia, congestión y la información de atenuación de la señal recibida desde los instrumentos inalámbricos 26 y el controlador maestro 28. El mapa de calor puede construirse en base a los informes de las Figuras 7A-D. Una ubicación ideal para la pasarela 22 se puede determinar donde el RSSI se equilibra entre cada enlace. Si se debe ajustar la colocación de la pasarela 22, se puede visualizar una dirección general 802 en la que se debe mover la pasarela 22. El técnico puede proporcionar información sobre el nombre y la ubicación al configurar los instrumentos inalámbricos 26, por ejemplo, el dormitorio principal en el segundo piso. Para cada ubicación, la interferencia y la congestión se pueden determinar para diferentes tipos de señales, por ejemplo, navegación web, voz, emisión de vídeo en tiempo real, emisión de vídeo en tiempo real de alta definición (HD), canales de Wi-Fi, etc. Los instrumentos inalámbricos 26 son capaces de simular la capacidad de diferentes dispositivos habilitados para Wi-Fi y/o simular patrones de datos de tráfico utilizados por diferentes aplicaciones tales como la emisión de vídeo en tiempo real, emisión de audio en tiempo real y/o servicios de navegación web, etc. Cualquier punto de acceso problemático, por ejemplo, AP2, AP3, se puede determinar y se puede ofrecer una resolución.

La Figura 9 es un informe de ejemplo que ilustra una colocación de los instrumentos inalámbricos 26 y el controlador maestro 28 en el entorno 900 y el estado en base a su colocación. El entorno 900 puede incluir múltiples pisos, por ejemplo, un sótano, primer piso y segundo piso, etc. En este ejemplo, los instrumentos inalámbricos 26 se colocan en la sala de televisión, el dormitorio principal, la oficina, el dormitorio infantil y la cocina. La pasarela 28, u otro punto de acceso, se coloca en el sótano. Los instrumentos inalámbricos 26 se pueden etiquetar con etiquetas para correlacionar los instrumentos inalámbricos 26 con la representación visualizada al técnico, por ejemplo, dormitorio principal, oficina, dormitorio infantil, sala de televisión, cocina y punto de acceso de pasarela (AP). El estado de la marca de comprobación indica que un rendimiento en base a las posiciones actuales de los instrumentos inalámbricos 26 cumple con los requisitos mínimos para el servicio, por ejemplo, los instrumentos inalámbricos 26 pueden realizar sus funciones esperadas en base a determinadas interferencias, congestiones y/o atenuación de la señal, etc.

El rendimiento puede ilustrarse para la intensidad de la señal, la relación señal/ruido, determinadas aplicaciones, por ejemplo, Netflix TM, hulu TM (una marca registrada de Hulu, LLC), Pandora TM (una marca registrada de Pandora Media, Inc.), etc. Cuando se hace clic en el marcador de rendimiento, se pueden visualizar detalles adicionales sobre el rendimiento, por ejemplo, si la posición es individualmente aceptable o no para la navegación web, voz, emisión de vídeo en tiempo real, emisión de vídeo en tiempo real HD, IEEE 802.11a, b, g, n, ac, ad, etc. Por ejemplo, se puede determinar que la posición es aceptable para la emisión de vídeo en tiempo real y el IEEE 802.11b pero no para el IEEE 802.11ac.

El controlador maestro 28 puede proporcionar (por ejemplo, cargar) al dispositivo de interfaz de usuario 29 el análisis del entorno de radio determinado por cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 revelando los riesgos de ubicación existentes. El dispositivo de interfaz de usuario 29, por ejemplo, teléfono inteligente, tableta, ordenador portátil, PC, etc., informa al técnico sobre las ubicaciones óptimas para la colocación de la pasarela inalámbrica 22. A partir de los datos generados por el controlador maestro 28 y los instrumentos inalámbricos 26, el técnico puede deducir si la primera posición lógica de la pasarela inalámbrica 22 satisface las necesidades de calidad de servicio del cliente. De lo contrario, el técnico puede pasar a la siguiente mejor posición según lo informado al dispositivo UI para la pasarela inalámbrica 22 y repetir rápidamente el procedimiento de validación de la calidad de servicio (QOS). Dicha deducción se puede realizar, por ejemplo, mediante un análisis de los canales que se están utilizando, o los canales que tienen más tráfico cuando el técnico selecciona las posiciones de la pasarela inalámbrica lógica 22, o mediante un análisis de la intensidad de la señal entre los instrumentos inalámbricos 26 y el controlador maestro 28 cuando el técnico se mueve entre las posiciones de la pasarela. Cuando el controlador maestro 28 se coloca en esa ubicación óptima, el controlador maestro 28 se usa para modelar los dispositivos inalámbricos del cliente 25 que se van a colocar más adelante en cada ubicación de cada uno de los instrumentos inalámbricos 26 para validar la capacidad de la red para entregar la calidad de servicio requerida.

Una vez que se determina la ubicación óptima, por ejemplo, mediante el controlador maestro 28 que se coloca donde más adelante se colocará la pasarela 22, el controlador maestro 28 y los instrumentos inalámbricos 26 se dejan funcionando para analizar continuamente el entorno de radio existente para caracterizar el espectro objetivo e identifica la radiointerferencia, las perturbaciones de red, los puntos de acceso radio existentes, la asignación de canales y las intensidades de la señal en la zona que se está supervisando. Esto se puede realizar durante un período de tiempo que va desde minutos hasta días. Debido a que la información se recopila durante un período de tiempo, esto evita la "instantánea" que se realizaba previamente por los técnicos. Puesto que la información se recopila durante un período de tiempo, es más probable que todos los dispositivos interferentes estén funcionando en algún período durante la supervisión.

Una vez que la información es analizada por el controlador maestro 28, la pasarela 22 se coloca en la ubicación deseada y se habilita. El controlador maestro 28 está conectado a la pasarela 22 mediante un cable o de forma inalámbrica. La información de acceso a la pasarela se introduce en el controlador maestro 28 y se pasa a los instrumentos inalámbricos 26. Los instrumentos inalámbricos 26 abandonan su conexión con el controlador maestro y se conectan a la pasarela 22. Los instrumentos inalámbricos 26, en comunicación con la pasarela y en coordinación con el controlador maestro 28, validan el rendimiento real de la red inalámbrica del cliente y determinan el rendimiento máximo de la red inalámbrica para asegurar la calidad de servicio suministrado necesario y la capacidad futura. El controlador maestro 28 genera un informe de instalación y validación que detalla el entorno de radio previo al despliegue, el controlador maestro 28 y la fase de validación de la pasarela. Este informe, bajo el control del equipo de instalación, puede proporcionarse al cliente y almacenarse para su uso posterior. Una vez que se determina que la pasarela 22 está colocada correctamente, los dispositivos del cliente 25 se colocan en la zona 24 y se conectan a la pasarela 22 para su uso posterior.

La degradación de la red puede producirse después del despliegue y la validación debido al reposicionamiento de un dispositivo 27, la incorporación interna y externa de un dispositivo 27, el ruido externo de la banda ancha o una modificación estructural, etc. Si surge un problema después de la instalación de la pasarela 22, uno o más instrumentos inalámbricos 26 pueden colocarse en la zona de manera indefinida mientras están conectados al punto de acceso de los clientes para supervisar continuamente los entornos del IEEE 802.11 (a/b/g/n), 802.11ac, 802.11ad, etc. que miden la interferencia, la congestión y la integridad de la señal al mismo tiempo que calculan la calidad de experiencia a fin de determinar el tiempo y las causas de la degradación de la red. El instrumento inalámbrico 26 construye un mapa de interferencias y calidad de servicio a largo plazo, por ejemplo, una hora, medio

día, un día, una semana, un mes, un año, etc., que puede ser analizado por la parte adecuada para identificar problemas estáticos y dinámicos que afectan a la calidad de experiencia del cliente.

En algunos casos, el cliente impone al técnico dónde se va a colocar la pasarela 22, por ejemplo, en una oficina donde la pasarela 22 es menos probable que se vea. Si el cliente impone el posicionamiento de la pasarela 22, el sistema 20 se puede usar para informar al cliente sobre posibles problemas, tales como la falta de intensidad de la señal para un dispositivo 27 o la interferencia con la señal de un dispositivo 27 con una colocación de este tipo. En esta situación, si se sabe que la colocación presenta un problema, se puede proporcionar un punto de acceso inalámbrico adicional para mejorar el rendimiento de esos dispositivos 27. De forma adicional o alternativa, se puede añadir un potenciador o repetidor de la señal inalámbrica al entorno 10 para mejorar el rendimiento.

La Figura 10 es una vista en perspectiva de un controlador maestro 28 de ejemplo. Se apreciará que el ejemplo de la Figura 10 se proporciona a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, de manera que otros factores de forma del dispositivo y la selección y disposición de los controles de interfaz de usuario se contemplan dentro del alcance de la descripción. El controlador maestro 28 incluye antenas externas de doble banda 1000a, b. El controlador maestro 28 puede incluir uno o más botones y/u otros mecanismos de entrada de usuario, tales como los botones 1102, 1104 y 1106. El botón 1002 se usa para identificar el controlador maestro 28 en el dispositivo de interfaz de usuario 29 y el botón 1006 se usa para emparejar el controlador maestro con un instrumento inalámbrico 26. El botón 1004 se utiliza para encender y apagar el controlador maestro 28. El controlador maestro 28 también incluye los indicadores luminosos 1008a, b para identificar los estados de encendido y funcionamiento. De forma adicional o alternativa, el controlador maestro 28 puede implementarse con un teléfono inteligente, tableta, ordenador portátil o PC, etc.

La Figura 11 es una vista en perspectiva de un instrumento inalámbrico 26 de ejemplo. Se apreciará que el ejemplo de la Figura 11 se proporciona a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, de manera que otros factores de forma del dispositivo y la selección y disposición de los controles de interfaz de usuario se contemplan dentro del alcance de la descripción. El instrumento inalámbrico 26 incluye uno o más botones y/u otros mecanismos de entrada de usuario, tales como los botones 1102, 1104 y 1106. El botón 1102 se utiliza para identificar el instrumento inalámbrico 26 con el dispositivo de interfaz de usuario 29. El botón 1106 se utiliza para emparejar el instrumento inalámbrico 26 con el controlador maestro 28. El botón 1104 se utiliza para encender y apagar el instrumento inalámbrico 26. El instrumento inalámbrico 26 también incluye los indicadores luminosos 1108a, b para identificar los estados de encendido y funcionamiento. De forma adicional o alternativa, el instrumento inalámbrico 26 se puede implementar con un teléfono inteligente, tableta, ordenador portátil o PC, etc.

Las Figuras 12A y 12B son diagramas de bloques de conexiones de ejemplo del dispositivo de interfaz de usuario 29 al controlador maestro 28 y a los instrumentos inalámbricos 26. En la Figura 12A, para probar el entorno 10, el dispositivo de interfaz de usuario 29 envía comandos al controlador maestro 28, por ejemplo, a través de una conexión Wi-Fi. Se apreciará que la ilustración de una conexión Wi-Fi entre el dispositivo de interfaz de usuario 29 y el controlador maestro 28 se proporciona a modo de ejemplo, y no a modo de limitación. En este sentido, otros tipos de conexiones pueden satisfacer la comunicación entre el dispositivo de interfaz de usuario 29 y el controlador maestro 28, ya sea inalámbrica o cableada, dentro del alcance de la descripción. El controlador maestro 28 se comunica con los instrumentos inalámbricos 26 con una conexión Wi-Fi 902. Otros tipos de conexiones pueden satisfacer la comunicación entre el controlador maestro 28 y los instrumentos inalámbricos 26, ya sean inalámbricas o cableadas. En la Figura 12B, durante un procedimiento de verificación de una calidad inalámbrica del entorno 10, la pasarela 22, u otro AP del cliente, se conecta con el controlador maestro 26 a través de un cable, por ejemplo, un cable de conexión Ethernet. La pasarela 22 se comunica con los instrumentos inalámbricos 26 a través de Wi-Fi u otra conexión.

Si bien se han descrito diversas realizaciones de ejemplo con respecto a la aplicación en redes Wi-Fi, se apreciará que se pueden aplicar realizaciones de ejemplo. *mutatis mutandis* para proporcionar un sistema distribuido que incluya un controlador maestro y uno o más instrumentos inalámbricos que permitan el análisis del espectro inalámbrico utilizado por otras tecnologías de redes inalámbricas y/o para determinar la colocación adecuada de los dispositivos que utilizan esas otras tecnologías de redes inalámbricas dentro del alcance de la descripción. A modo de ejemplo no limitativo, las técnicas descritas según algunas realizaciones pueden usarse para facilitar el análisis de una posición de colocación para una estación base celular de células pequeñas (por ejemplo, una femtocelda, una nanocelda o similar), tales como las que se pueden usar con una banda con licencia y/o sin licencia. Como un ejemplo adicional, algunas realizaciones pueden usarse para facilitar el análisis de una posición de colocación para una estación base que puede usarse para proporcionar servicios de voz y/o datos celulares en un espectro sin licencia, tal como una estación base de evolución a largo plazo - sin licencia (LTE-U). Como un ejemplo adicional, se pueden usar algunas realizaciones para facilitar el análisis de una posición de colocación para un dispositivo de un punto de acceso inalámbrico personal celular que puede estar configurado para proporcionar un punto de acceso Wi-Fi y una pasarela a una red celular.

Aunque se ilustran y describen realizaciones particulares con respecto a los dibujos, se prevé que los expertos en la técnica puedan idear diversas modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones anejas. Por lo tanto, se apreciará que el alcance de la descripción y las reivindicaciones anejas no se limita a las realizaciones específicas ilustradas y analizadas con respecto a los dibujos y otras modificaciones están destinadas a ser incluidas

dentro del alcance de la descripción y de las reivindicaciones anejas. Además, aunque las descripciones anteriores y los dibujos asociados describen realizaciones de ejemplo en el contexto de ciertas combinaciones de elementos y/o funciones de ejemplo, debe apreciarse realizaciones alternativas pueden proporcionar diferentes combinaciones de elementos y/o funciones sin apartarse del alcance de la descripción y las reivindicaciones anejas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema para determinar el rendimiento de la red Wi-Fi, que comprende:

5 una pluralidad de instrumentos inalámbricos (26) configurados para enviar, recibir y medir las señales inalámbricas recibidas en una zona supervisada (24); y un controlador maestro (28) conectado con cada uno de los instrumentos inalámbricos (26) para formar una solución de prueba de una red inalámbrica distribuida, donde cada uno de los instrumentos inalámbricos (26) está configurado para transmitir y recibir datos de una forma que simula una capacidad de los dispositivos habilitados para Wi-Fi (25, 27) ubicados en la zona supervisada (24) y en el que cada uno de los instrumentos inalámbricos está configurado para simular patrones de datos de tráfico utilizados por aplicaciones que incluyen uno o más de emisión de vídeo en tiempo real, emisión de audio en tiempo real y servicios de navegación web, el controlador maestro (28) que está configurado para actuar como un punto de acceso a cada uno de los instrumentos inalámbricos (26) y para enviar y recibir señales inalámbricas con cada uno de los instrumentos inalámbricos (26), medir las señales inalámbricas recibidas y realizar un análisis de las señales inalámbricas recibidas para determinar el rendimiento del entorno de radiofrecuencia de la red inalámbrica distribuida, incluidos los dispositivos habilitados para Wi-Fi (25, 27) en la zona supervisada (24) en base a las señales inalámbricas recibidas.

10 2. El sistema según la reivindicación 1, en el que la determinación se refiere a una colocación del punto de acceso inalámbrico.

3. El sistema de la reivindicación 1, en el que uno o más del controlador maestro (28) y el instrumento inalámbrico (26) están configurados para seleccionar canales de punto de acceso inalámbrico preferidos en base al análisis.

20 4. El sistema de la reivindicación 1, donde el controlador maestro (28) está configurado para determinar un ancho de banda de datos máximo disponible entre un punto de acceso y un dispositivo inalámbrico en base al análisis.

5. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además una interfaz de usuario conectada con el controlador maestro (28), donde la interfaz de usuario está configurada para ordenar al controlador maestro (28) que pruebe el rendimiento de la red inalámbrica.

25

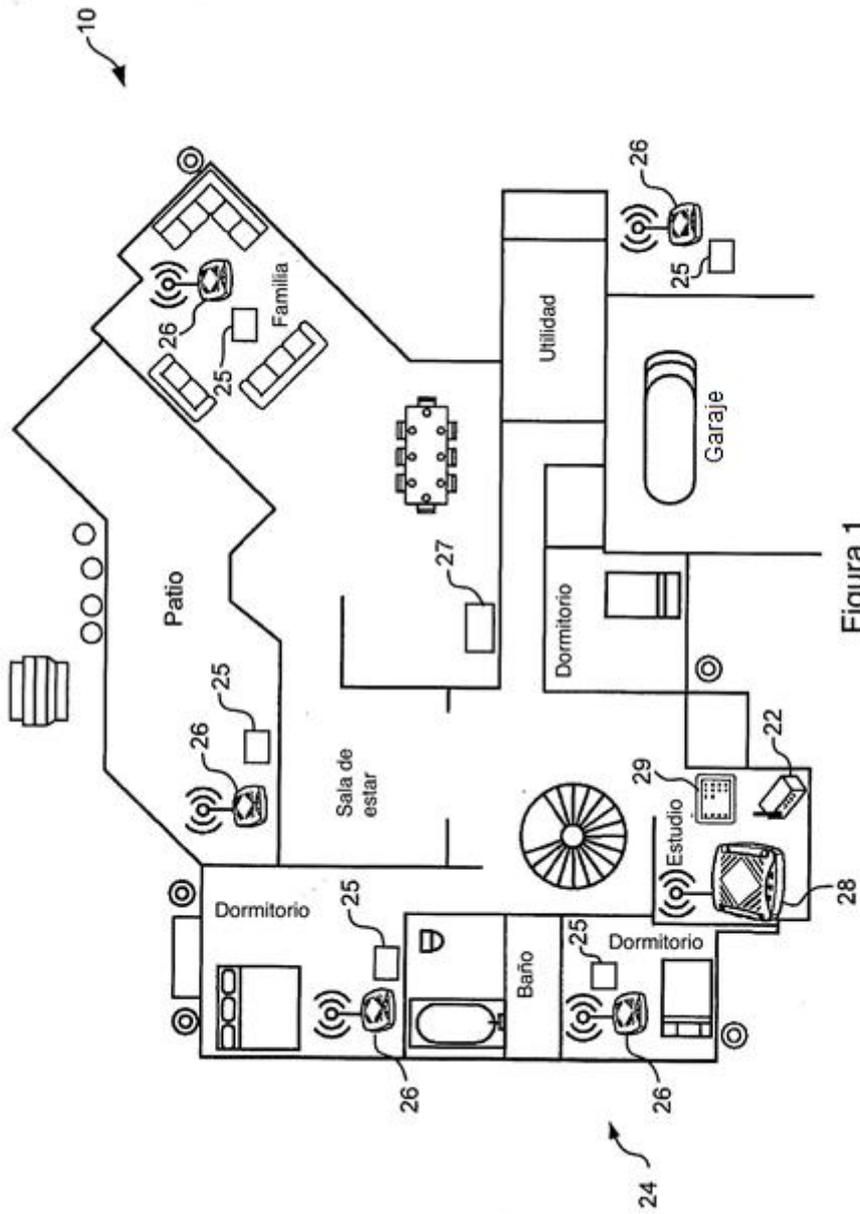


Figura 1

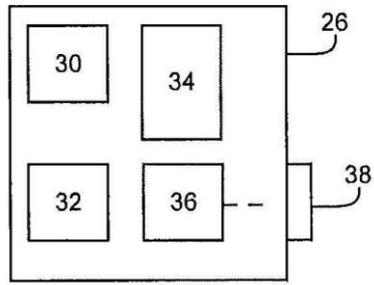


Figura 2

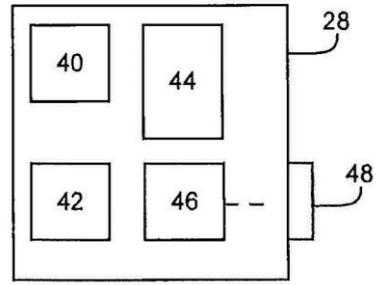


Figura 3

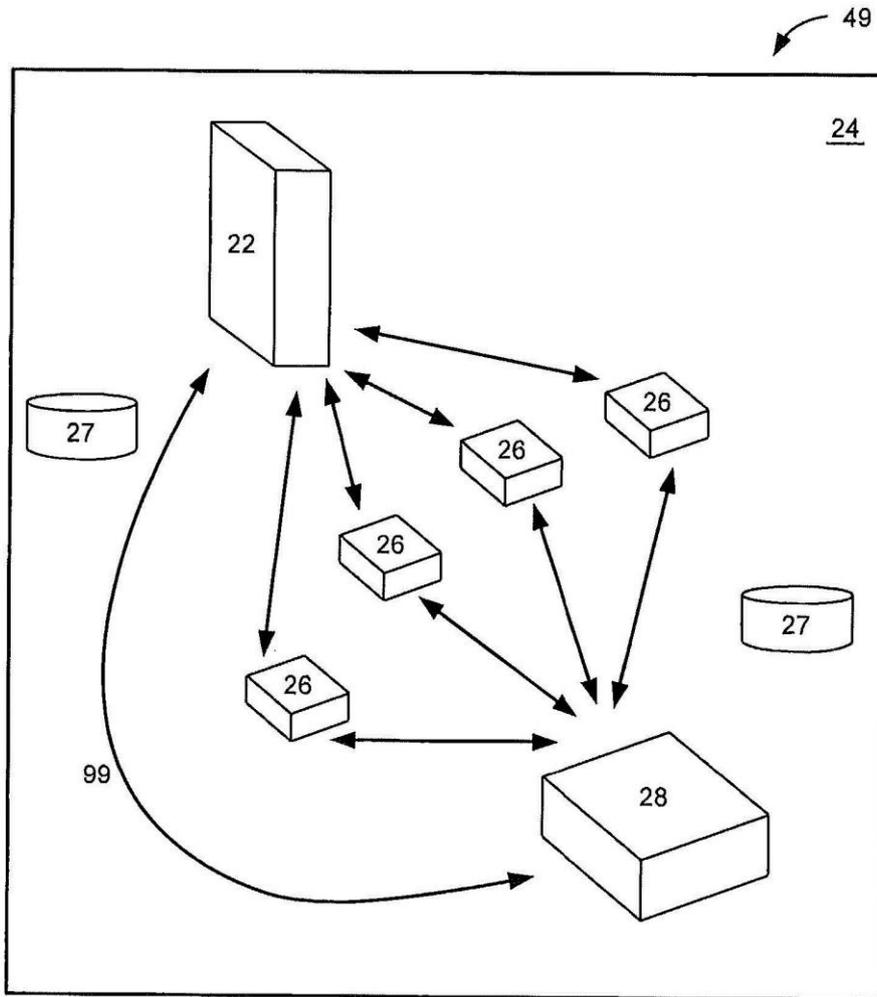


Figura 4

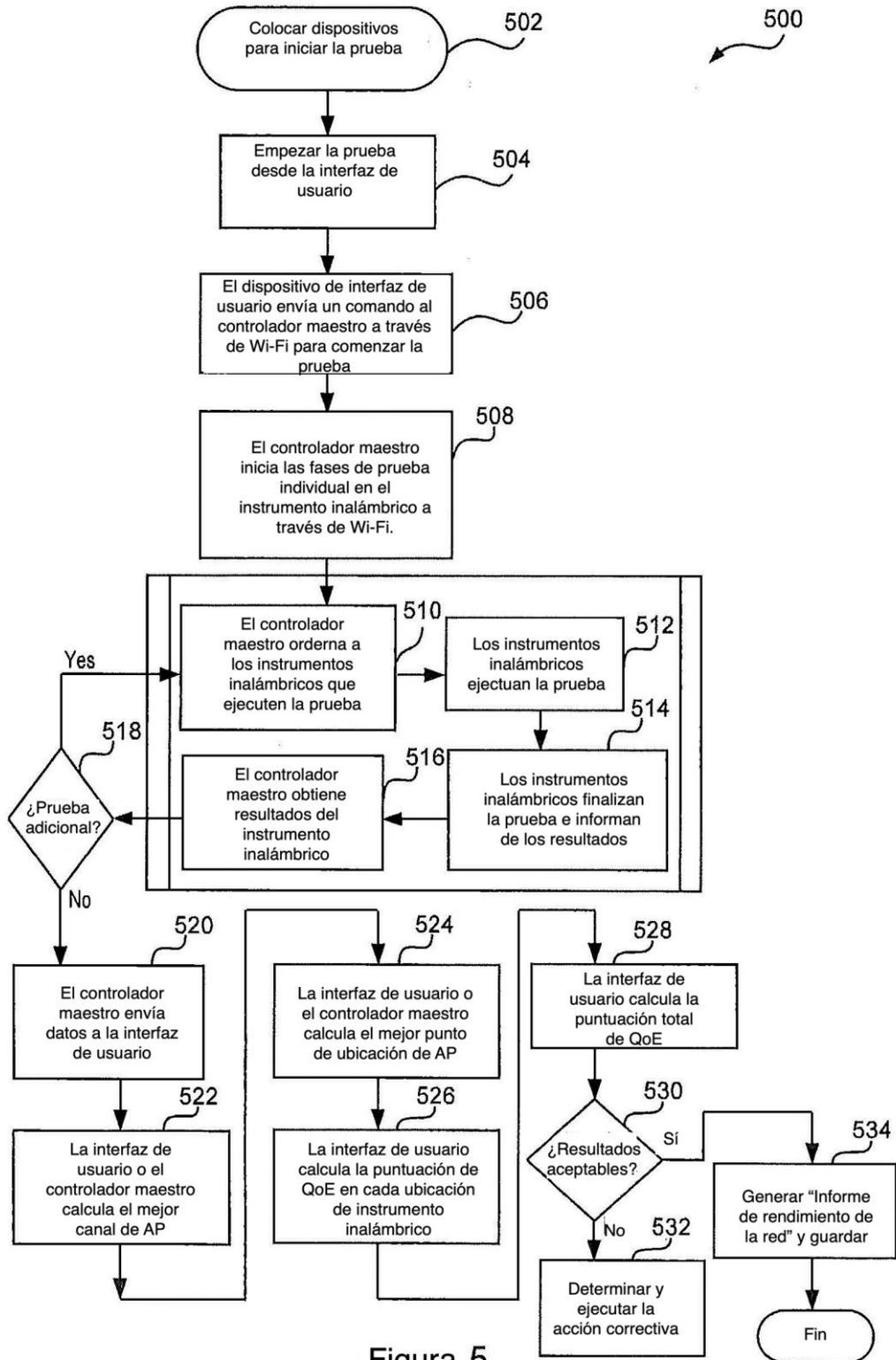


Figura 5

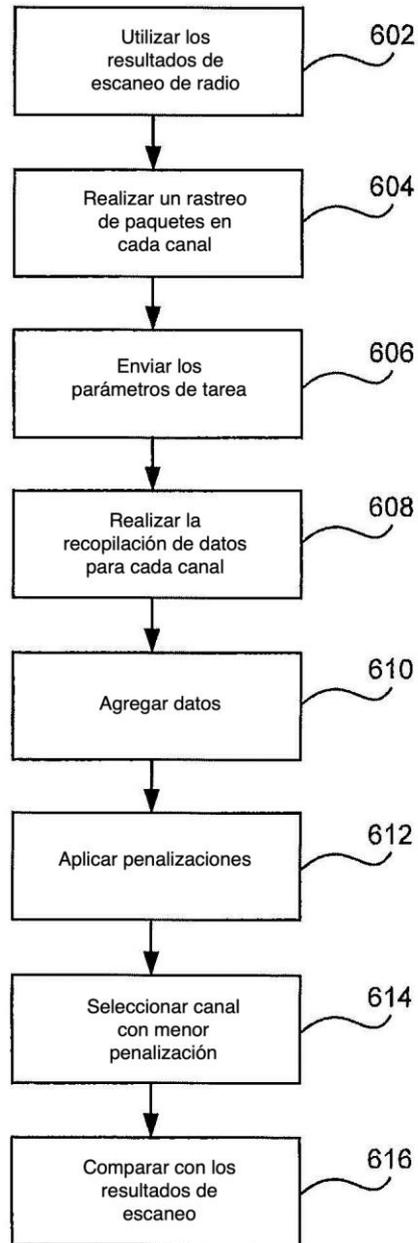


Figura 6

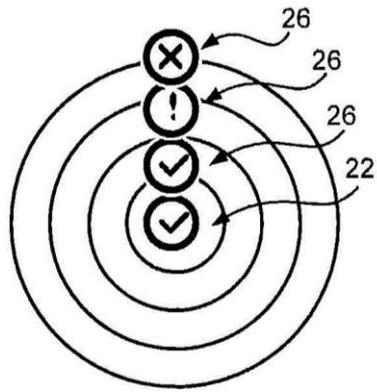


Figura 7A

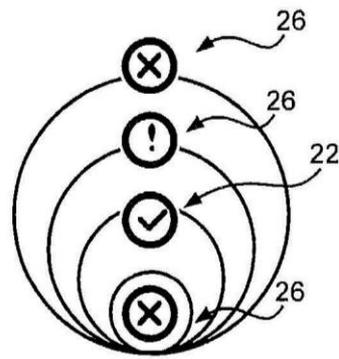


Figura 7B

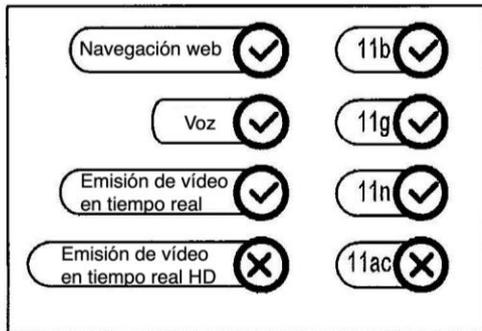


Figura 7C

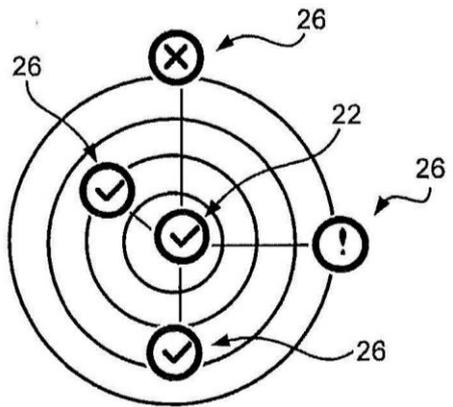


Figura 7D

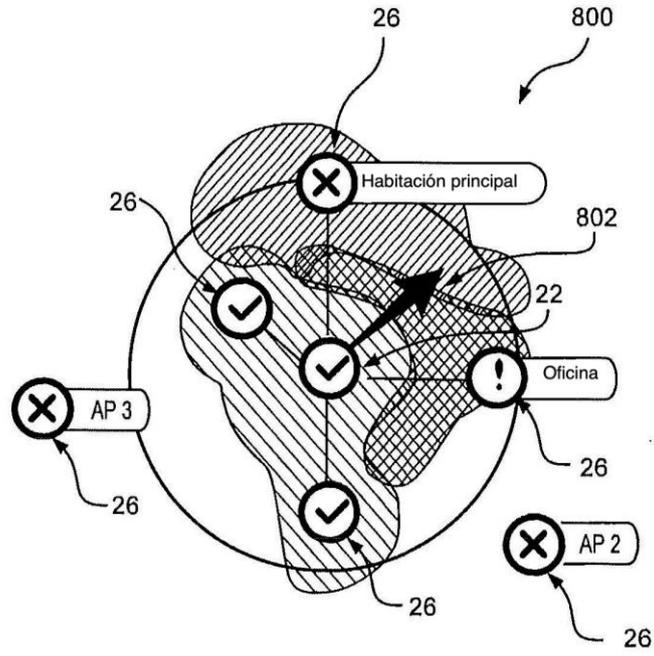


Figura 8

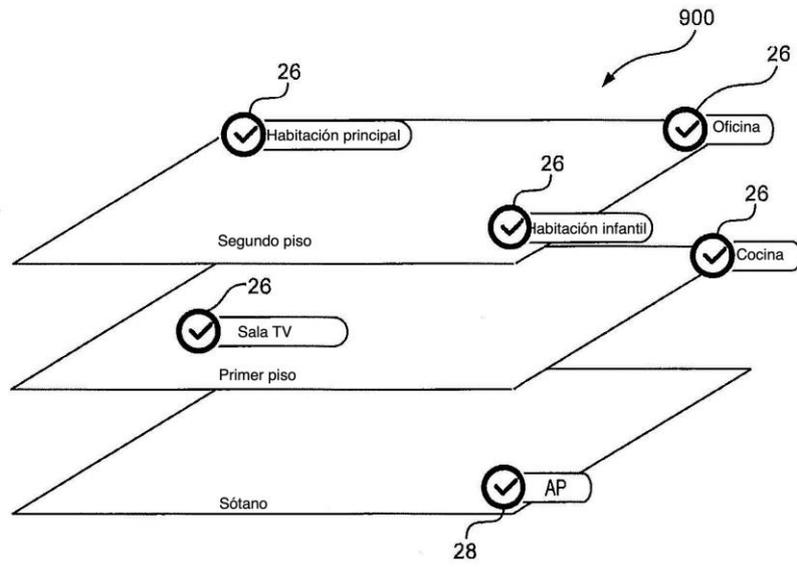


Figura 9

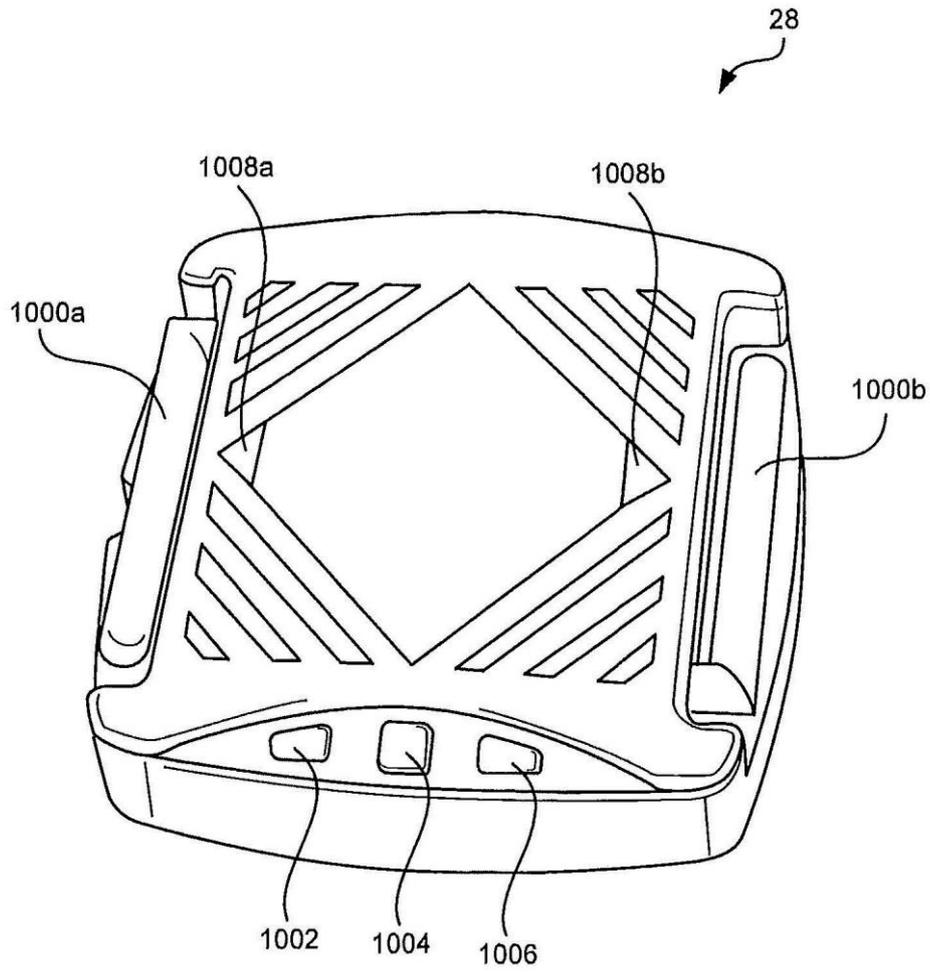


Figura 10

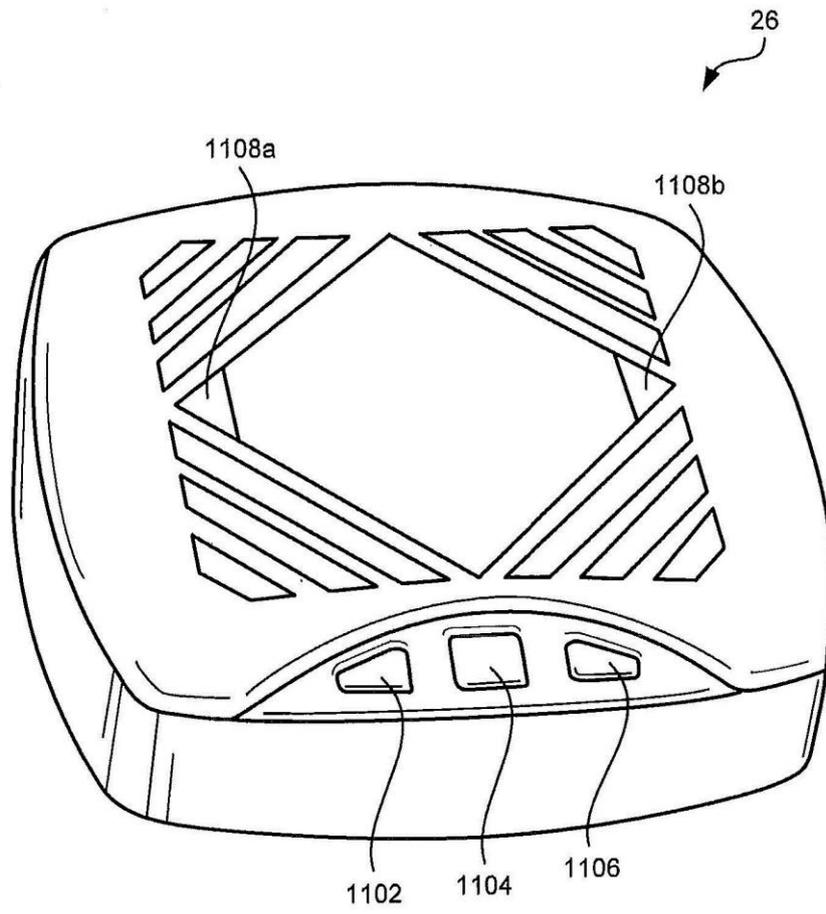


Figura 11

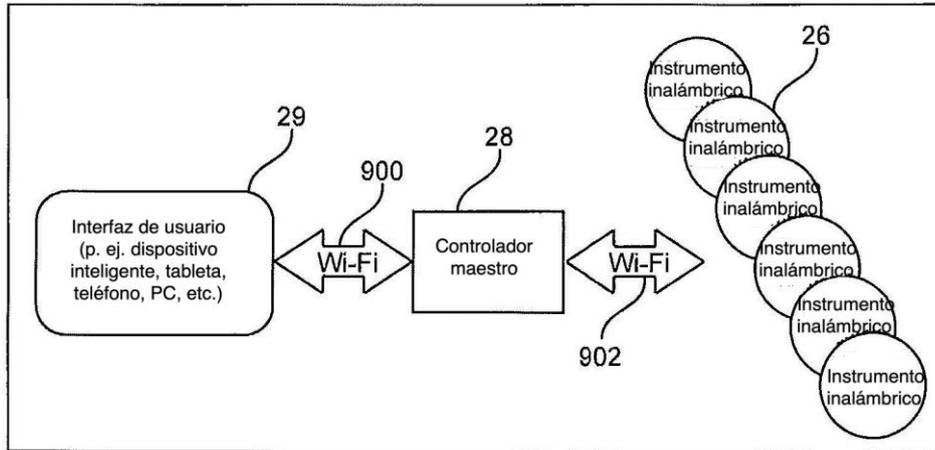


Figura 12A

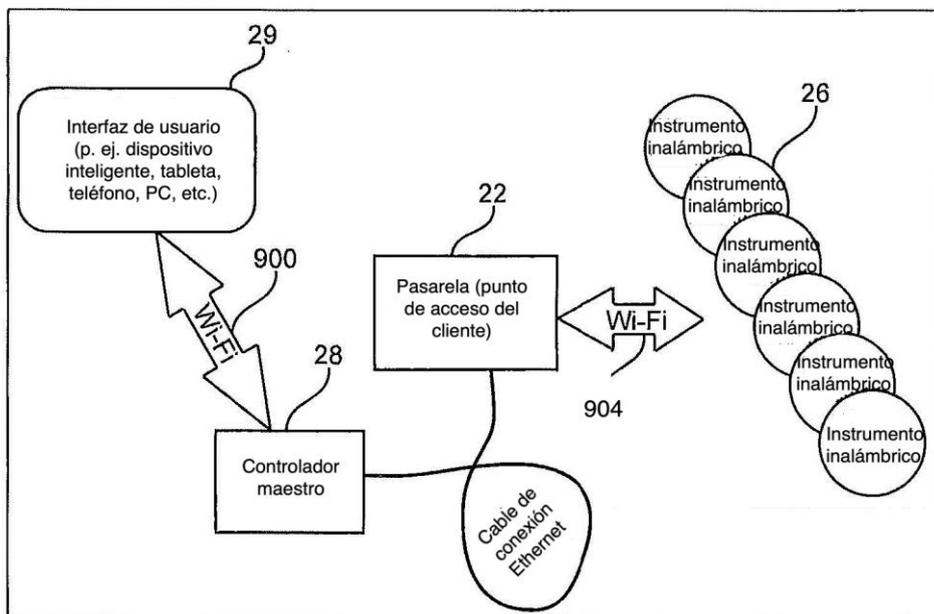


Figura 12B