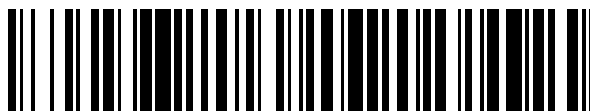


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 122**

51 Int. Cl.:

H04W 48/18

(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2012** **PCT/US2012/058157**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014** **WO14051630**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2012** **E 12773465 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018** **EP 2901632**

54 Título: **Sistema de control optimizado para la agregación de múltiples conexiones de banda ancha a través de interfaces de radio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2018

73 Titular/es:

ASSIA SPE, LLC (100.0%)
1209 Orange Street, Corporation Trust Center
Wilmington, DE 19801, US

72 Inventor/es:

KERPEZ, KENNETH y
CHIANG, MUNG

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 673 122 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

Sistema de control optimizado para la agregación de múltiples conexiones de banda ancha a través de interfaces de radio

AVISO DE DERECHOS DE AUTOR

Una porción de la divulgación del presente documento de patente contiene material que está sujeto a protección de derechos de autor. El propietario de los derechos de autor no tiene objeciones a la reproducción en facsímil, por persona alguna, del documento de patente o la divulgación de patente tal y como aparece en el archivo o en los registros de la Oficina de Patentes y Marcas, pero se reserva por lo demás todos los derechos de autor.

Campo técnico

La materia objeto descrita en el presente documento se refiere, en general, al campo de la computación y, más en concreto, a aparatos, sistemas y métodos para implementar y usar sistemas de control optimizados para la agregación de múltiples conexiones de banda ancha a través de interfaces de radio.

Antecedentes

No se debería suponer que la materia objeto analizada en la sección de antecedentes es técnica anterior meramente como resultado de su mención en la sección de antecedentes. De forma similar, no se debería suponer que un problema mencionado en la sección de antecedentes o asociado con la materia objeto de la sección de antecedentes se haya reconocido previamente en la técnica anterior. La materia objeto en la sección de antecedentes meramente representa diferentes enfoques, que también se pueden corresponder, en y por sí mismos, con realizaciones de la materia objeto reivindicada.

En la interconexión de redes de ordenadores, un punto de acceso inalámbrico (WAP) es un dispositivo que permite que los dispositivos inalámbricos se conecten con una red cableada usando Wi-Fi, Bluetooth u otras normas relacionadas. El punto de acceso inalámbrico conecta habitualmente con un encaminador o él mismo opera como un encaminador.

Los puntos de acceso inalámbrico son comunes, no obstante, los ofrecimientos convencionales de tales puntos de acceso inalámbrico no operan de la forma más eficiente posible, y se pueden mejorar de una multitud de formas.

Por lo tanto, el presente estado de la técnica se puede beneficiar de aparatos, sistemas y métodos para implementar y usar sistemas de control optimizados para la agregación de múltiples conexiones de banda ancha a través de interfaces de radio tal como se describe en el presente documento.

El documento US 6.542.500 describe un dispositivo de adaptación multimedios controlado por pasarela residencial, integrado y alimentado por par trenzado y/o cable coaxial, que proporciona una pluralidad de servicios.

Breve descripción de los dibujos

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

la figura 1 ilustra una arquitectura a modo de ejemplo en la que algunas realizaciones pueden operar;

la figura 2A muestra una representación esquemática de un sistema en el que algunas realizaciones pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse;

la figura 2B muestra una representación esquemática alternativa de un sistema en el que algunas realizaciones pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse;

la figura 2C muestra una representación esquemática alternativa de un sistema en el que algunas realizaciones pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse;

la figura 2D muestra una representación esquemática alternativa de un sistema en el que algunas realizaciones pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse;

la figura 3A es un diagrama de flujo que ilustra un método para implementar y usar sistemas de control optimizados para la agregación de múltiples conexiones de banda ancha a través de interfaces de radio de acuerdo con algunas realizaciones descritas;

la figura 3B muestra una representación esquemática alternativa de un plano de control BACK de acuerdo con el cual algunas realizaciones pueden operar;

la figura 3C muestra una representación esquemática alternativa de interfaces de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con las cuales algunas realizaciones pueden operar; y

la figura 4 ilustra una representación esquemática de una máquina en la forma ilustrativa de un sistema informático, de acuerdo con una realización.

Descripción detallada

En el presente documento se describen aparatos, sistemas y métodos para implementar y usar sistemas de control optimizados para la agregación de múltiples conexiones de banda ancha a través de interfaces de radio.

- 5 De acuerdo con una realización, un sistema a modo de ejemplo puede incluir: un procesador y una memoria para realizar instrucciones materializadas por el sistema; una pluralidad de transceptores inalámbricos; un coordinador de tráfico para interconectar dos o más nodos de comunicaciones inalámbricas entre sí, a través del sistema, en el que cada uno de los nodos de comunicaciones inalámbricas tiene acceso a una conexión de enlace de retroceso de red de área extensa (WAN) independiente del sistema; una primera interfaz de comunicaciones inalámbricas con un
- 10 primer nodo de comunicación inalámbrica establecido por medio de un primero de la pluralidad de transceptores inalámbricos, teniendo el primer nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una primera conexión de enlace de retroceso de WAN; una segunda interfaz de comunicaciones inalámbricas con un segundo nodo de comunicaciones inalámbricas establecido por medio de un segundo de la pluralidad de transceptores inalámbricos, teniendo el
- 15 segundo nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una segunda conexión de enlace de retroceso de WAN distinta de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN; y un módulo de control para recibir información acerca de flujos de tráfico a través del sistema y un entorno de radio dentro del cual opera el sistema, en el que el módulo de control para: emitir órdenes para controlar la formación y la continuación de conexiones de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas con conexiones de WAN y conexiones de enlace de retroceso de WAN, y para proporcionar adicionalmente instrucciones para configuración y asignación de recursos en las
- 20 interfaces de comunicaciones inalámbricas.

En la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles específicos tales como ejemplos de sistemas específicos, lenguajes, componentes, etc., con el fin de proporcionar una comprensión profunda de las diversas realizaciones. Será evidente, no obstante, a un experto en la materia que no es necesario que se empleen estos

25 detalles específicos para poner en práctica las realizaciones divulgadas. En otros casos, no se han descrito con detalle materiales o métodos bien conocidos con el fin de evitar confundir innecesariamente las realizaciones divulgadas.

Además de diversos componentes de hardware ilustrados en las figuras y descritos en el presente documento, algunas realizaciones incluyen adicionalmente diversas operaciones que se describen posteriormente. Las

30 operaciones descritas de acuerdo con tales realizaciones pueden ser realizadas por componentes de hardware o se pueden materializar en instrucciones ejecutables por máquina, que se pueden usar para dar lugar a que un procesador de propósito general o de propósito especial programado con las instrucciones realice las operaciones. Como alternativa, las operaciones pueden ser realizadas por una combinación de hardware y software, incluyendo

35 instrucciones de software que realizan las operaciones descritas en el presente documento por medio de memoria y uno o más procesadores de una plataforma informática.

Algunas realizaciones también se refieren a un sistema o aparato para realizar las operaciones en el presente documento. El sistema o aparato divulgado se puede construir especialmente para los fines requeridos, o el mismo

40 puede comprender un ordenador de propósito general activado o reconfigurado selectivamente por un programa informático almacenado en el ordenador. Un programa informático de ese tipo se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, tal como, pero sin limitarse a, cualquier tipo de disco incluyendo discos flexibles, discos ópticos, flash, NAND, unidades de estado sólido (SSD), CD-ROM, y discos magnetoópticos, memorias de solo lectura (ROM), memorias de acceso aleatorio (RAM), EPROM, EEPROM, tarjetas magnéticas u

45 ópticas, o cualquier tipo de medio adecuado para almacenar instrucciones electrónicas no transitorias, cada uno acoplado con un bus de sistema informático. En una realización, un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, da lugar a que uno o más procesadores dentro de un aparato realicen los métodos y operaciones que se describen en el presente documento. En otra realización, las instrucciones para realizar tales métodos y operaciones se almacenan en un medio legible por ordenador no

50 transitorio para su ejecución posterior.

Los algoritmos y visualizaciones que se presentan en el presente documento no están inherentemente relacionados con ningún ordenador particular u otro aparato ni son realizaciones descritas con referencia a lenguaje de programación particular alguno. Se apreciará que una diversidad de lenguajes de programación se puede usar para

55 implementar las enseñanzas de las realizaciones tal como se describe en el presente documento.

La figura 1 ilustra una arquitectura 100 a modo de ejemplo en la que algunas realizaciones pueden operar. Los sistemas de línea de abonado digital asimétrica (ADSL) (una forma de sistemas de línea de abonado digital (DSL)), que pueden incluir, o no, divisores, operan en conformidad con las diversas normas aplicables tales como ADSL1 (G.992.1), ADSL-Lite (G.992.2), ADSL2 (G.992.3), ADSL2-Lite G.992.4, ADSL2+ (G.992.5) y las normas de línea de

60 abonado digital de muy alta velocidad o línea de abonado digital de muy alta tasa de bits (VDSL) emergentes de G.993.x, así como las normas de línea de abonado digital de alta velocidad de un único par (SHDSL) de G.991.1 y G.991.2, todas con y sin agrupación, y/o la norma G.997.1 (también conocida como G.ploam).

De acuerdo con algunas realizaciones descritas en el presente documento, los consumidores finales, incluyendo consumidores residenciales y consumidores comerciales, pueden conectar con Internet por medio de una conexión

de enlace de retroceso de red de área extensa (WAN) con un proveedor de servicios (SP), tal como un proveedor de servicios de Internet (ISP), o con un proveedor de servicios que proporciona una o más de conectividad de datos, conectividad de voz, conectividad de vídeo y conectividad de dispositivo móvil con una pluralidad de abonados. Tales proveedores de servicios pueden incluir un proveedor de servicios de Internet de línea de abonado digital (DSL) que dota a sus usuarios finales abonados de un ancho de banda de Internet al menos parcialmente a través de líneas de teléfono de par trenzado de cobre, tales como las utilizadas convencionalmente para portar un servicio de teléfono analógico (por ejemplo, servicio telefónico antiguo sencillo (POTS); un proveedor de servicios de Internet de cable coaxial que dota a los usuarios finales de un ancho de banda de Internet al menos parcialmente a través de cable coaxial, tal como el utilizado convencionalmente para portar señales de televisión "por cable"; o un proveedor de servicios de Internet de fibra óptica que dota a los usuarios finales de un ancho de banda de Internet a través de un cable de fibra óptica que termina en las instalaciones de un cliente. También existen otras variantes, tales como ISP que proporcionan ancho de banda de Internet como una señal analógica a través de una conexión basada en teléfono analógico, ISP que proporcionan ancho de banda de Internet a través de una conexión de satélite unidireccional o bidireccional, e ISP que proporcionan ancho de banda de Internet al menos parcialmente a través de líneas de alimentación, tales como las líneas de alimentación utilizadas convencionalmente para transmitir alimentación de una red pública (por ejemplo, electricidad) a las instalaciones de un usuario final, o ISP que proporcionan ancho de banda de Internet al menos parcialmente a través de canales inalámbricos, tales como conectividad inalámbrica (por ejemplo, Wi-Fi) en zonas de cobertura inalámbrica, o conectividad de datos móviles por medio de tecnologías y normas tales como WiMax, 3G/4G, LTE, etc.

Al realizar las funciones divulgadas, los sistemas pueden utilizar una diversidad de datos operativos (lo que incluye datos de rendimiento) que se encuentra disponible en un nodo de acceso (AN).

En la figura 1, el equipo de terminal 102 de un usuario (por ejemplo, un dispositivo de equipo en las instalaciones del cliente (CPE) o un dispositivo de terminal remoto, nodo de red, dispositivo de LAN, etc.) está acoplado con una red doméstica 104 que, a su vez, está acoplada con una unidad de terminación de red (NT) 108. Se ilustran adicionalmente unidades de transceptor de DSL (TU) (por ejemplo, un dispositivo que proporciona modulación sobre una línea o bucle de DSL). En una realización, la unidad de NT 108 incluye una TU-R (TU Remota), 122 (por ejemplo, un transceptor definido por una de las normas de ADSL o VDSL) o cualquier otro módem de terminación de red, transceptor u otra unidad de comunicación conveniente. La unidad de NT 108 también incluye una entidad de gestión (ME) 124. La entidad de gestión 124 puede ser cualquier dispositivo de hardware adecuado, tal como un microprocesador, microcontrolador o máquina de estados de circuito en firmware o hardware, capaz de funcionar según sea requerido por cualquier norma aplicable y/u otros criterios. La entidad de gestión 124 recoge y almacena, entre otras cosas, datos operativos en su base de información de gestión (MIB), que es una base de datos de información mantenida por cada ME a la que se pueda acceder por medio de protocolos de gestión de red tales como el protocolo simple de gestión de red (SNMP), un protocolo de administración usado para recopilar información a partir de un dispositivo de red para proporcionar a una consola/programa de administrador o por medio de órdenes del Lenguaje de Transacción 1 (TL1), siendo TL1 un lenguaje de órdenes establecido hace mucho tiempo usado para programar respuestas y órdenes entre elementos de red de telecomunicaciones.

Cada TU-R 122 en un sistema se puede acoplar con una TU-C (TU Central) en una Oficina Central (CO) u otra ubicación central. La TU-C 142 está ubicada en un nodo de acceso (AN) 114 en la Oficina Central 146. Una entidad de gestión 144 mantiene, de forma similar, una MIB de datos operativos en relación con la TU-C 142. El nodo de acceso 114 se puede acoplar con una red de banda ancha 106 u otra red, tal como será apreciado por los expertos en la materia. La TU-R 122 y la TU-C 142 están acopladas entre sí por un bucle 112 que, en el caso de ADSL, puede ser una línea de par trenzado, tal como una línea de teléfono, que puede portar otros servicios de comunicación además de las comunicaciones basadas en DSL.

Varias de las interfaces que se muestran en la figura 1 se usan para determinar y recoger datos operativos. La interfaz Q 126 proporciona la interfaz entre el sistema de gestión de red (NMS) 116 del operador y la ME 144 en el nodo de acceso 114. Los parámetros especificados en la norma G.997.1 son de aplicación en la interfaz Q 126. Los parámetros de extremo cercano soportados en la entidad de gestión 144 se pueden obtener de la TU-C 142, mientras que los parámetros de extremo distante de la TU-R 122 pueden ser obtenidos por una cualquiera de dos interfaces a través de la interfaz UA. Los bits de indicador y mensajes de EOC se pueden enviar usando el canal integrado 132 y proporcionarse en la capa Dependiente de Medio Físico (PMD), y se pueden usar para generar los parámetros requeridos de la TU-R 122 en la ME 144. Como alternativa, el canal de operaciones, administración y mantenimiento (OAM) y un protocolo adecuado se pueden usar para recuperar de la TU-R 122 los parámetros cuando sea solicitado por la entidad de gestión 144. De forma similar, los parámetros de extremo distante de la TU-C 142 pueden ser obtenidos por una cualquiera de dos interfaces a través de la interfaz U. Los bits de indicador y mensaje de EOC proporcionados en la capa de PMD se pueden usar para generar los parámetros requeridos de la TU-C 142 en la entidad de gestión 124 de la unidad de NT 108. Como alternativa, el canal de OAM y un protocolo adecuado se pueden usar para recuperar de la TU-C 142 los parámetros cuando sea solicitado por la entidad de gestión 124.

En la interfaz U (a la que también se hace referencia como bucle 112), hay dos interfaces de gestión, una en la TU-C 142 (la interfaz U-C 157) y una en la TU-R 122 (la interfaz U-R 158). La interfaz 157 proporciona parámetros de

extremo cercano de la TU-C 142 para la TU-R 122 para su recuperación a través del bucle/interfaz U 112. De forma similar, la interfaz U-R 158 proporciona parámetros de extremo cercano de TU-R para la TU-C 142 para su recuperación a través del bucle/interfaz U 112. Los parámetros que son de aplicación pueden depender de la norma de transceptor que se esté usando (por ejemplo, G.992.1 o G.992.2). La norma G.997.1 especifica un canal de comunicación opcional de operaciones, administración y mantenimiento (OAM) para toda la interfaz U. Si se implementa este canal, los pares de TU-C y TU-R pueden usarlo para transportar mensajes de OAM de capa física. Por lo tanto, los transceptores de TU 122 y 142 de un sistema de ese tipo comparten diversos datos operativos mantenidos en sus MIB respectivas.

Dentro de la figura 1 se ilustra el aparato 170 que opera en diversas ubicaciones opcionales de acuerdo con varias realizaciones alternativas. Por ejemplo, de acuerdo con una realización, el aparato 170 está ubicado dentro de la red doméstica 104, tal como dentro de una LAN. En una realización, el aparato 170 opera como un módem de DSL, tal como un módem de instalaciones del cliente (CPE). En otra realización, el aparato 170 opera como una tarjeta de controlador o como un conjunto de chips dentro del equipo de terminal 102 de un usuario (por ejemplo, un dispositivo de equipo en las instalaciones del cliente (CPE) o un dispositivo de terminal remoto, nodo de red, dispositivo de LAN 103, etc.) acoplado con la red doméstica 104 tal como se ilustra. En otra realización, el aparato 170 opera como una unidad autónoma, separada y físicamente diferenciada que está conectada entre el equipo de terminal 102 del usuario y un bucle o línea de DSL. En una realización, el aparato 170 opera dentro de un punto de acceso (AP), dentro de un punto de acceso inalámbrico (WAP), o dentro de un encaminador (por ejemplo, un encaminador de Wi-Fi u otro encaminador de tecnología inalámbrica). En una realización, el aparato 170 materializa un guardián de control de AP de banda ancha o "BACK" tal como se describe en el presente documento.

Tal como se usa en el presente documento, las expresiones "usuario", "abonado" y/o "cliente" se refieren a una persona, empresa y/u organización a la que se proporcionan y/o se pueden proporcionar, potencialmente, servicios y/o equipo de comunicación por cualquiera de una diversidad de proveedor o proveedores de servicios. Además, la expresión "instalaciones del cliente" se refiere a la ubicación a la que se están proporcionando servicios de comunicación por un proveedor de servicios. Por ejemplo, las redes telefónicas públicas conmutadas (PSTN) usadas para proporcionar servicios de DSL a las instalaciones del cliente están ubicadas en, cerca de y/o están asociadas con el lado de la terminación de red (NT) de las líneas de teléfono. Las instalaciones del cliente a modo de ejemplo incluyen una residencia o un edificio de oficinas.

Tal como se usa en el presente documento, la expresión "proveedor de servicios" se refiere a cualquiera de una diversidad de entidades que proporcionan, comercializan, proveen, solucionan problemas en, y/o mantienen, servicios de comunicación y/o equipos de comunicación. Los proveedores de servicios a modo de ejemplo incluyen una empresa operadora de telefonía, una empresa operadora de cable, una empresa operadora inalámbrica, un proveedor de servicios de Internet, o cualquier servicio que pueda, independientemente o junto con un proveedor de servicios de comunicaciones de banda ancha, ofrecer servicios que diagnostican o mejoran los servicios de comunicaciones de banda ancha (DSL, servicios de DSL, cable, etc.).

Adicionalmente, tal como se usa en el presente documento, la expresión "DSL" se refiere a cualquiera de una diversidad y/o variante de tecnología de DSL tal como, por ejemplo, DSL asimétrica (ADSL), DSL de alta velocidad (HDSL), DSL simétrica (SDSL) y/o DSL de muy alta velocidad/muy alta tasa de bits (VDSL). Tales tecnologías de DSL se implementan habitualmente de acuerdo con una norma aplicable tal como, por ejemplo, la norma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (U.I.T.) G.992.1 (que también se conoce como G.dmt) para módems de ADSL, la norma de U.I.T. G.992.3 (que también se conoce como G.dmt.bis, o G.ads12) para módems de ADSL2, la norma de U.I.T. G.992.5 (que también se conoce como G.adsl2plus) para módems de ADSL2+, la norma de U.I.T. G.993.1 (que también se conoce como G.vdsl) para módems de VDSL, la norma de U.I.T. G.993.2 para módems de VDSL2, la norma de U.I.T. G.994.1 (G.hs) para módems que implementan una toma de contacto y/o la norma de U.I.T. G.997.1 (que también se conoce como G.ploam) para la gestión de módems de DSL.

Las referencias a conectar un módem de DSL y/o un servicio de comunicación de DSL con un cliente se hacen con respecto a equipo de línea de abonado digital (DSL), servicios de DSL, sistemas de DSL, y/o el uso de líneas de teléfono de cobre de par trenzado ordinarias para la distribución de servicios de DSL, a modo de ejemplo, y se deberá entender que los métodos y aparatos divulgados para caracterizar y/o someter a prueba un medio de transmisión para sistemas de comunicación que se divulgan en el presente documento se pueden aplicar a muchos otros tipos y/o una diversidad de equipos, servicios, tecnologías y/o sistemas de comunicación. Por ejemplo, otros tipos de sistemas incluyen sistemas de distribución inalámbrica, sistemas de distribución cableada o por cable, sistemas de distribución por cable coaxial, sistemas de radiofrecuencia de ultra alta frecuencia (UHF) / muy alta frecuencia (VHF), satélite u otros sistemas extraterrestres, sistemas de distribución celulares, sistemas de línea de alimentación de banda ancha y/o redes de fibra óptica. Adicionalmente, también se pueden usar combinaciones de estos dispositivos, sistemas y/o redes. Por ejemplo, se puede usar una combinación de par trenzado y cable coaxial interconectados por medio de un conector simétrico - asimétrico, o cualquier otra combinación de continuación de canal físico tal como una conexión de fibra analógica a cobre con una conexión lineal de óptica a eléctrica en una unidad de red óptica (ONU).

Las expresiones "acoplado con", "acoplado a", "conectado con", "conectado a" y similares se usan en el presente

documento para describir una conexión entre dos elementos y/o componentes y se tiene por objeto que signifiquen acoplado/conectado o bien directamente entre sí, o bien indirectamente, por ejemplo, por medio de uno o más elementos intermedios o por medio de una conexión cableada/inalámbrica. Se tiene por objeto que las referencias a un "sistema de comunicación", en donde sea aplicable, incluyan una referencia a cualquier otro tipo de sistema de transmisión de datos.

La figura 2 muestra una representación esquemática de un sistema 200 en el que algunas realizaciones pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse, incluyendo diversos componentes de un sistema 200 de ese tipo interconectados por medio de unos medios de comunicación de un bus 215.

De acuerdo con una realización, un sistema 200 de ese tipo incluye un procesador 290 y una memoria 295 para realizar instrucciones materializadas por el sistema 200. En una realización de este tipo, el sistema 200 incluye adicionalmente una pluralidad de transceptores inalámbricos 211 o antenas 211A y 211B y un coordinador de tráfico 220 para interconectar dos o más nodos de comunicaciones inalámbricas 299A y 299B entre sí, a través del sistema 200, en el que cada uno de los nodos de comunicaciones inalámbricas tiene acceso a una conexión de enlace de retroceso de red de área extensa (WAN) 298A y 298B independiente del sistema 200. Por ejemplo, los nodos de comunicación inalámbrica 299A y 299B se ilustran como estando interconectados indirectamente tal como se indica mediante el elemento 297 o, expuesto de forma diferente, estos están interconectados entre sí no al comunicarse directamente uno con otro, sino más bien, al comunicarse a través de un elemento intermedio, que se ilustra en el presente caso como el sistema 200. En la presente realización, cada uno de los nodos de comunicación inalámbrica 299A y 299B ilustrados tiene acceso a un enlace de retroceso de WAN tal como se ilustra mediante los elementos 298A y 298B. Cabe destacar que las conexiones del enlace de retroceso de WAN 298A y 298B son accesibles por los nodos de comunicación inalámbrica 299A y 299B respectivos sin tener que depender del sistema 200 y, por lo tanto, se dice que los enlaces de retroceso de WAN 298A y 298B son independientes del sistema 200.

En una realización de este tipo, el sistema 200 incluye adicionalmente: una primera interfaz de comunicaciones inalámbricas 212A con un primer nodo de comunicación inalámbrica 299A establecido por medio de un primero de la pluralidad de transceptores inalámbricos 211 o antenas 211A, teniendo el primer nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A y una segunda interfaz de comunicaciones inalámbricas 212B con un segundo nodo de comunicaciones inalámbricas 299B establecido por medio de un segundo de la pluralidad de transceptores inalámbricos 211 o antenas 211B, teniendo el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una segunda conexión de enlace de retroceso de WAN 298B distinta de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A.

De acuerdo con una realización de este tipo, el sistema 200 incluye adicionalmente un módulo de control 260 para recibir información 222 en los flujos de tráfico 221 a través del sistema 200 y un entorno de radio 250 dentro del cual opera el sistema 200.

De acuerdo con una realización de este tipo, el módulo de control 260 emite órdenes 223 para controlar la formación y la continuación de conexiones (por ejemplo, las interfaces de comunicación inalámbrica 212A y 212B) de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas con las conexiones de WAN y las conexiones de enlace de retroceso de WAN (por ejemplo, 298A y 298B), y el módulo de control 260 proporciona adicionalmente instrucciones de programación y encaminamiento 224 (o instrucciones de optimización o configuración de acuerdo con determinadas realizaciones) para las conexiones de WAN y las conexiones de enlace de retroceso de WAN (por ejemplo, 298A y 298B).

De acuerdo con una realización, el sistema 200 materializa un "sistema guardián de control de punto de acceso de banda ancha", un "sistema B.A.C.K.", un "sistema BACK" o un "dispositivo BACK". De acuerdo con una realización, el aparato o dispositivo BACK ilustrado en el elemento 170 de la figura 1 se materializa dentro de un sistema 200 de ese tipo.

De acuerdo con una realización, el módulo de control 260 se materializa dentro de un sistema BACK de ese tipo, en el que el sistema BACK controla los ajustes en el primer nodo de comunicaciones inalámbricas 299A, controla los ajustes en el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas 299B o controla los ajustes tanto en el primer como en el segundo nodos de comunicaciones inalámbricas 299A y 299B, en el que los ajustes se seleccionan de entre lo siguiente: ajustes de conexión de enlace de radio que afectan a la primera o la segunda primera interfaz de comunicaciones inalámbricas 212A o 212B respectiva; asignaciones de canal que afectan a la primera o la segunda primera interfaz de comunicaciones inalámbricas 212A o 212B respectiva; ajustes de conexión de banda ancha que afectan a la primera o la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN 298A o 298B respectiva; asignaciones de conexión entre estaciones (STA) de red, puntos de acceso (AP) de red, y conexiones de enlace de retroceso de banda ancha en las STA y/o los AP a través de las cuales se proporciona acceso a la primera o la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN 298A o 298B respectiva; asignaciones de dirección de Protocolo de Internet (IP) para el flujo de paquetes de datos 221; asignaciones de dirección de IP para un primer y un segundo subconjunto del flujo de paquetes de datos 221; clasificaciones de calidad de servicio (QoS) para el flujo de paquetes de datos 221; clasificaciones de QoS para el primer y el segundo subconjuntos respectivos de flujos; parámetros de regulación de QoS para el flujo de paquetes de datos, el primer y el segundo subconjuntos respectivos de flujos 221,

o ambos; encaminamiento del primer y el segundo subconjuntos respectivos de flujos 221 de acuerdo con conexiones de enlace de retroceso de WAN disponibles 298A y 298B y ranuras de tiempo en las conexiones de enlace de retroceso de WAN disponibles 298A y 298B; parámetros de equilibrado de carga que afectan al flujo de paquetes de datos 221, el primer y el segundo subconjuntos respectivos de flujos 221, o ambos; y criterios de equidad para todo el tráfico procesado por el primer nodo de comunicación inalámbrica 299A, el segundo nodo de comunicación inalámbrica 299B o tanto el primero como el segundo nodos de comunicación inalámbrica 299A y 299B.

De acuerdo con una realización, el primer nodo de comunicaciones inalámbricas (299A) se materializa dentro de un encaminador de red, en el que el encaminador de red establece una conectividad con la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A, y en el que adicionalmente el sistema 200 establece un acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A a través de la primera interfaz de comunicaciones inalámbricas 212A con el encaminador de red.

De acuerdo con una realización, el primer nodo de comunicaciones inalámbricas (299A) se materializa dentro de un módem interconectado directamente con la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A, en el que el sistema 200 establece un acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A a través del módem.

De acuerdo con una realización, un flujo de paquetes de datos a través del sistema 200 es gestionado por el coordinador de tráfico 220 del sistema 200 de tal modo que un primer subconjunto del flujo (por ejemplo, parte pero no la totalidad de 221) se encamina a través de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A y un segundo subconjunto del flujo se encamina a través de la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN 298B.

De acuerdo con otra realización, el flujo de paquetes de datos 221 a través del sistema 200 gestionado por el coordinador de tráfico 220 constituye el coordinador de tráfico 220 que gestiona el flujo de paquetes de datos 221 mediante la adjudicación de ranuras de tiempo de la primera o la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN 298A-B respectiva para portar el primer o el segundo subconjunto respectivo del flujo 221.

De acuerdo con otra realización, cada primer o segundo subconjunto respectivo del flujo de paquetes de datos 221 es asignado por el coordinador de tráfico 220 del sistema 200 para ser atendido por una de la primera o la segunda conexiones de enlace de retroceso de WAN 298A-B en función de: tráfico asociado con una aplicación; tráfico asociado con una interfaz; tráfico asociado con una designación de servicio; y tráfico asociado con una etiqueta, flujo o nivel de calidad de servicio (QoS).

De acuerdo con otra realización, la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas 212A-B con el sistema 200 están multiplexadas en frecuencia, estando cada una de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas 212A-B asociadas con bandas de frecuencia separadas gestionadas por el sistema 200. Por ejemplo, las bandas de frecuencia separadas pueden ser dictadas por el coordinador de tráfico 220 del sistema 200. En una realización de este tipo, el sistema 200 proporciona adicionalmente una conexión de enlace de retroceso de WAN agregada por medio de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas 211A-B a las primeras y las segundas conexiones de enlace de retroceso de WAN 298A-B respectivas usando las bandas de frecuencia como gestionadas por el sistema 200. A diferencia de la división en el tiempo, los canales de frecuencia se pueden solapar en cierta medida, al menos en la caída.

De acuerdo con otra realización, la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas 212A-B con el sistema 202 están multiplexadas en tiempo, estando cada una de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas 212A-B asociadas con ranuras de tiempo no solapadas gestionadas por el sistema. De acuerdo con una realización de este tipo, el sistema 200 proporciona adicionalmente una conexión de enlace de retroceso de WAN agregada a través de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas 212A-B a las primeras y las segundas conexiones de enlace de retroceso de WAN 298A-B respectivas usando las ranuras de tiempo no solapadas como gestionadas por el sistema 200.

De acuerdo con una realización, tales ranuras de tiempo no se solapan en un sentido estricto una con otra, distinguidas de las multiplexadas en frecuencia que tienen canales de frecuencia que se pueden solapar. De acuerdo con una realización, las ranuras de tiempo no solapadas están caracterizadas adicionalmente de tal modo que cada una tiene al menos algo de tiempo de guarda entre las mismas.

De acuerdo con una realización, el flujo de paquetes 221 se gestiona mediante la asignación del primer subconjunto del flujo 221 a unas ranuras de tiempo portadas por la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A y adicionalmente mediante la asignación del segundo subconjunto del flujo 221 a unas ranuras de tiempo portadas por la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN 298B.

La figura 2B muestra una representación esquemática alternativa de un sistema 201 en el que algunas realizaciones pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse.

De acuerdo con una realización, el primer nodo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, 299A en la figura 2A)

se materializa dentro de un punto de acceso inalámbrico (AP inalámbrico) 293A, en el que el AP inalámbrico 293A establece una red de área local (LAN) 285A para uno o más nodos 292A, 292B, 292C interconectados comunicativamente con el mismo; y en el que adicionalmente el sistema 201 se comunica con, y controla, un nodo 292A dentro de la LAN 285A. En una realización de este tipo, el sistema 201 establece un acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A a través de su comunicación y control con el nodo 292A dentro de la LAN 285A.

La figura 2C muestra una representación esquemática alternativa de un sistema 202 en el que algunas realizaciones pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse.

De acuerdo con otra realización, el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, 299B en la figura 2A) se materializa dentro de un segundo AP inalámbrico 293B, en el que el segundo AP inalámbrico 293B establece una segunda LAN 285B, distinta de la primera LAN 285A, para uno o más nodos 292D, 292E y 292F, interconectados comunicativamente con el mismo; y en el que adicionalmente el sistema 202 se comunica con, y controla, un nodo 292D dentro de la segunda LAN 285B al tiempo que simultáneamente se comunica con, y controla, el nodo 292A dentro de la primera LAN 285A. En una realización de este tipo, el sistema 202 establece un acceso a la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN 298B a través de su participación como un nodo (uno de 292D-F) dentro de la segunda LAN 285B.

De acuerdo con una realización, el primer nodo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, 299A de la figura 2A o 293A de la figura 2C) se materializa dentro de una estación inalámbrica que opera como un nodo del mismo nivel dentro de una red de área local (LAN) 285A, en el que el nodo del mismo nivel tiene acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A por medio de la LAN 285A, y en el que adicionalmente la primera interfaz de comunicaciones inalámbricas 212A es una conexión entre elementos del mismo nivel con el nodo del mismo nivel. En una realización de este tipo, el sistema 202 establece un acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN 298A a través de la conexión entre elementos del mismo nivel con el nodo del mismo nivel (por ejemplo, el punto de acceso inalámbrico 293A que opera como un nodo dentro de la LAN 285A).

De acuerdo con una realización, la funcionalidad del módulo de control 260 para el sistema 200 está distribuida a lo largo de uno o más dispositivos físicos seleccionados de entre la lista que incluye: un servidor remoto; el primer dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, 299A de la figura 2A o 293A de la figura 2C); el segundo dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, los elementos 299B o 293B); el primer nodo de comunicaciones inalámbricas 292A; el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas 292B; un encaminador; un conmutador; y un dispositivo de agregación de banda ancha.

De acuerdo con una realización, cada uno del primer nodo de comunicaciones inalámbricas 292A y el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas 292B se seleccionan de entre el grupo de dispositivos que incluye: un dispositivo compatible con telefonía celular un dispositivo compatible con tercera generación (3G); un dispositivo compatible con cuarta generación (4G); un dispositivo compatible con Evolución a Largo Plazo (LTE); un punto de acceso de Wi-Fi; una estación de Wi-Fi, un módem; un encaminador; una pasarela; un módem de equipo en las instalaciones del cliente (CPE) de línea de abonado digital (DSL); un dispositivo de línea de alimentación en casa; un dispositivo basado en la Alianza de Redes Telefónicas para Hogares (HPNA); un dispositivo de distribución coaxial en casa; un dispositivo compatible con G.hn; un dispositivo de comunicación de medición en casa; un aparato en casa interconectado comunicativamente con la LAN; una estación de base de femtocélula inalámbrica; una estación de base de picocélula inalámbrica; una estación de base de célula pequeña inalámbrica; una estación de base compatible inalámbrica; un repetidor de dispositivo móvil inalámbrico; una estación de base de dispositivo móvil inalámbrica; una pasarela de Ethernet; un dispositivo informático conectado con la LAN; un dispositivo HomePlug; un dispositivo de banda ancha a través de línea de alimentación (BPL) de acceso compatible con las normas IEEE P1901; un dispositivo periférico de ordenador conectado a Ethernet; un encaminador conectado a Ethernet; un puente inalámbrico conectado a Ethernet; un puente de red conectado a Ethernet; y un conmutador de red conectado a Ethernet.

La figura 2D muestra una representación esquemática alternativa de un sistema 203 en el que algunas realizaciones pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse.

De acuerdo con una realización, un sistema 203 de ese tipo incluye adicionalmente un tercer transceptor inalámbrico o antena 211C que proporciona una tercera interfaz de comunicaciones inalámbricas 212C con un tercer nodo de comunicaciones inalámbricas 292G, en el que el tercer nodo de comunicaciones inalámbricas 292G tiene acceso a una tercera conexión de enlace de retroceso de WAN 298C distinta de la primera y la segunda conexiones de enlace de retroceso de WAN 298A-B.

De acuerdo con una realización, el sistema 203 incluye adicionalmente un módulo de evaluación de enlace de retroceso 265. En una realización, el módulo de evaluación de enlace de retroceso 265 es accionable para realizar las siguientes operaciones: (a) medir el rendimiento de la conectividad a través de la primera, la segunda y la tercera interfaces de comunicaciones inalámbricas (212A, 212B y 212C) con la primera, la segunda y la tercera conexiones de enlace de retroceso de WAN (298A, 298B y 298C) respectivas, y adicionalmente accionable para (b) seleccionar

dos o más de las conexiones de enlace de retroceso de WAN disponibles (212A, 212B y 212C) para atender el flujo de paquetes de datos 221. De acuerdo con una realización relacionada, el sistema 203 incluye adicionalmente una tercera, una cuarta y/o una quinta interfaz de comunicaciones inalámbricas con un tercer, cuarto y/o quinto nodo de comunicaciones inalámbricas correspondiente, teniendo el tercer, cuarto y/o quinto nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una tercera, cuarta y/o quinta conexión de enlace de retroceso de WAN correspondiente distinta de la primera y la segunda conexiones de enlace de retroceso de WAN; y en el que el sistema incluye adicionalmente un módulo de evaluación de enlace de retroceso para: (a) medir el rendimiento de la conectividad a través de todas las interfaces de comunicaciones inalámbricas disponibles con la primera, la segunda, la tercera, la cuarta y/ o la quinta conexiones de enlace de retroceso de WAN respectivas, y (b) seleccionar dos o más de las conexiones de enlace de retroceso de WAN disponibles para atender el flujo de paquetes de datos. Son factibles más de cinco de tales interfaces y conexiones de enlace de retroceso de WAN, como lo son menos de cinco tal como se expone en este ejemplo.

De acuerdo con otra realización, el módulo de evaluación de enlace de retroceso 265 es accionable para: (a) medir el rendimiento de la conectividad a través de todas las interfaces de comunicaciones inalámbricas disponibles 212A-C, y (b) adicionalmente accionable para seleccionar dos o más de las interfaces de comunicaciones inalámbricas disponibles 212A-C para atender el flujo de paquetes de datos 221 en función de: una preferencia de tipo de conexión de enlace de retroceso de WAN asociada con las interfaces de comunicaciones inalámbricas evaluadas (por ejemplo, determinados tipos de conexión se pueden especificar como preferibles frente a otros, tal como Wi-Fi preferible frente a LTE, 3G, 4G, etc. con independencia de la velocidad, congestión, etc.); adicionalmente accionable para seleccionar dos o más de las interfaces de comunicaciones inalámbricas disponibles 212A-C en función de un número de saltos de nodo entre el sistema y la conexión de enlace de retroceso de WAN de servicio (por ejemplo, puede que las conexiones indirectas sean menos preferidas, etc.); adicionalmente accionable para seleccionar dos o más de las interfaces de comunicaciones inalámbricas disponibles 212A-C en función de una intensidad de señal evaluada de las interfaces de comunicaciones inalámbricas evaluadas 212A-C; adicionalmente accionable para seleccionar en función de la congestión de tráfico evaluada en las interfaces de comunicaciones inalámbricas evaluadas 212A-C, en la interfaz de enlace de retroceso de WAN 298A-C correspondiente, o ambas; y adicionalmente accionable para seleccionar en función de la capacidad disponible evaluada en la interfaz de comunicaciones inalámbricas evaluada 212A-C, en la interfaz de enlace de retroceso de WAN 298A-C correspondiente, o ambas.

De acuerdo con otra realización, el sistema 203 incluye unos medios para comunicarse con y controlar el enlace de retroceso de WAN (cualquiera de 298A-C) desde el sistema 203. Por ejemplo, un sistema de DSM, sistema de gestión de DSL, dispositivo de gestión, etc., se puede utilizar junto con el sistema de control inalámbrico con el fin de controlar y manipular la conexión de enlace de retroceso de WAN de la misma forma que se controlan y se manipulan las conexiones inalámbricas o de Wi-Fi, proporcionando de este modo incluso más potenciaciones de conectividad y señal global.

La figura 3A es un diagrama de flujo que ilustra un método 300 para implementar y usar sistemas de control optimizados para la agregación de múltiples conexiones de banda ancha a través de interfaces de radio de acuerdo con algunas realizaciones descritas. El método 300 puede ser realizado por una lógica de procesamiento que puede incluir hardware (por ejemplo, conjunto de circuitos, lógica dedicada, lógica programable, microcódigo, etc.), software (por ejemplo, instrucciones ejecutadas en un dispositivo de procesamiento para realizar diversas operaciones tales como interconexión, gestión, recepción, control, análisis, recogida, generación, supervisión, diagnóstico, o alguna combinación de las mismas). En una realización, el método 300 se realiza o se coordina por medio de un aparato tal como el que se ilustra en el elemento 170 de la figura 1 o el sistema 200 en la figura 2A (por ejemplo, un sistema B.A.C.K.) y se describe por la totalidad del presente documento. Algunos de los bloques y/u operaciones enumerados posteriormente son opcionales de acuerdo con determinadas realizaciones. La numeración de los bloques que se presentan es por razones de claridad y no se tiene por objeto que establezca un orden de operaciones en el que han de tener lugar los diversos bloques.

El método 300 comienza con una lógica de procesamiento para establecer una primera interfaz de comunicaciones inalámbricas con un primer nodo de comunicaciones inalámbricas, en el que el primer nodo de comunicaciones inalámbricas tiene acceso a una primera conexión de enlace de retroceso de red de área extensa (WAN) (el bloque 305).

En el bloque 310, una lógica de procesamiento establece una segunda interfaz de comunicaciones inalámbricas con un segundo nodo de comunicaciones inalámbricas, en el que el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas tiene acceso a una segunda conexión de enlace de retroceso de WAN distinta de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN.

En el bloque 315, una lógica de procesamiento gestiona un flujo de paquetes de datos de tal modo que un primer subconjunto del flujo se transmite a través de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN y un segundo subconjunto del flujo se transmite a través de la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN.

En el bloque 320, una lógica de procesamiento recoge y analiza información acerca de tráfico y un entorno de radio

a partir de una pluralidad de elementos de red o sistemas de gestión. Por ejemplo, los elementos de red o sistemas de gestión pueden ser cualquiera de los nodos, nodos de comunicación inalámbrica, nodos del mismo nivel, encaminadores, etc., tal como se ha descrito anteriormente.

- 5 En el bloque 325, una lógica de procesamiento controla el establecimiento y la continuación de conexiones de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas con conexiones de WAN y conexiones de enlace de retroceso de WAN basándose en la información recogida y los análisis.

- 10 De acuerdo con otra realización del método 300 precedente, se emiten órdenes para proporcionar instrucciones de programación y encaminamiento para las conexiones de WAN y las conexiones de enlace de retroceso de WAN.

En otra realización más del método, hay operaciones adicionales que incluyen: optimizar el flujo de paquetes de datos a través de las primeras y las segundas conexiones de enlace de retroceso de WAN respectivas de acuerdo con un algoritmo de programación, un algoritmo de equilibrado de cargas, o ambos.

- 15 Por ejemplo, múltiples nodos o estaciones (STA) se pueden dotar, cada uno, de una función de utilidad elegida o bien por un proveedor de Wi-Fi o bien por un consumidor. Múltiples puntos de acceso (AP) se pueden dotar adicionalmente, cada uno, de una capacidad de enlace de retroceso que se puede hacer variar por el proveedor de enlace de retroceso.

- 20 De acuerdo con una realización, un algoritmo variará la fracción de tiempo que la STA k emplea conectando con el AP i a lo largo de una escala de tiempo corta. Esta es la decisión de programación. En una realización, las fracciones se han de totalizar en todos los AP para ser menor que 1 para cada STA. Hay una capacidad de enlace de cada STA a cada AP. Estas capacidades de enlace han de ser colectivamente factibles. El caudal de cada STA a un AP es el producto de una decisión de programación y la capacidad de enlace.

- 25 De acuerdo con una realización, un sistema BACK de ese tipo maximiza la suma de funciones de utilidad, uno por STA como una función del caudal total (por ejemplo, la suma del caudal de enlace por AP para esa STA). Esta optimización se puede llevar a cabo bajo varias restricciones. Además de la restricción de programación y la restricción de capacidad de enlace anterior, otra restricción puede ser que la suma de los caudales en todas las STA conectadas con cada AP no puede ser mayor que la capacidad de enlace de retroceso de ese AP.

- 30 La equidad se puede controlar a través de la elección de funciones de utilidad para las STA. Por ejemplo, se puede obtener una equidad proporcional mediante el uso de funciones de utilidad logarítmicas. Además, se pueden colocar unos pesos delante de cada función de utilidad. Estos pesos se pueden obtener o bien de diferencias de facturación (por ejemplo, algunos usuarios pagan más por una preferencia ponderada mayor), o bien de múltiples clases de QoS, incluyendo usuarios dentro del edificio, usuarios que pasan cerca, usuarios de diversos grados de garantía de calidad, y así sucesivamente. Estos pesos también pueden reflejar el número de sesiones de TCP en paralelo para un flujo de aplicación dado.

- 40 Otra cuestión considerada por aspectos del control de equidad es la relación entre la tasa que recibiría una STA usando un único AP y la tasa que recibe la misma cuando se usan múltiples AP. La relación entre estas dos tasas puede ser controlada por un sistema BACK tal como se describe.

- 45 Este problema se puede resolver en escalas de tiempo cortas de forma aproximada (por ranura de tiempo), o a lo largo de una escala de tiempo más prolongada para un equilibrio objetivo. Este se puede solucionar de diversas formas, pero el uso del control y la información ampliada de un plano de control soportado por proveedor pueden potenciar drásticamente la eficiencia de resolución de este problema. Además, si el proveedor o proveedores de enlace de retroceso participan en la optimización, entonces $\{B_i\}$ también se convierte en variables.

- 50 Un sistema BACK de ese tipo puede retransmitir directamente estos vectores optimizados a cada STA y AP, entonces el equipo asigna a cada transmisión una trayectoria y ranura de tiempo de tal modo que el tráfico total coincide con las programaciones y caudales óptimos tanto como es posible.

- 55 Como alternativa, el sistema BACK puede asignar indirectamente capacidad y parámetros de enlace para aproximar la solución óptima. Diferentes direcciones de origen/destino, o diferentes flujos (es decir, secuencias de vídeo) se pueden asignar a través de diferentes trayectorias. O un flujo se puede descomponer en múltiples fragmentos, con un archivo de seguimiento creado por el BACK que determina las trayectorias y ranuras sobre las que se envía cada fragmento de datos.

- 60 En el caso especial de que cada STA se programe solo para un AP de cada vez, resolver este problema equivale a conmutar los AP. Además de resolver la formulación del problema anterior, se pueden imponer adicionalmente dos elementos adicionales en el método de solución: Aleatorización e histéresis.

- 65 Con la aleatorización, cada STA decide conmutar de un AP a otro con una cierta probabilidad de tal modo que la probabilidad de conmutación simultánea es más pequeña.

Con la histéresis, conmutar de una STA programada para el AP1 a la STA programada para el AP2 quiere decir que la probabilidad de conmutación de vuelta al AP1 dentro de unas pocas ranuras de tiempo es más baja, con el fin de evitar una basculación inducida por el ruido o una condición de pérdida de control entre los AP.

De acuerdo con otra realización, el método incluye adicionalmente operaciones para emitir instrucciones de optimización o configuración (por ejemplo, el elemento 224 de la figura 2A) al primer nodo de comunicaciones inalámbricas o el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas, o ambos, para implementar parámetros de configuración en el cumplimiento de una estrategia de programación y equilibrado de cargas determinada.

De acuerdo con otra realización, las instrucciones de optimización se basan, al menos en parte, en una o más métricas de rendimiento recuperadas del primer nodo de comunicaciones inalámbricas o el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas, o ambos.

De acuerdo con otra realización, emitir las instrucciones de optimización incluye emitir iterativamente las instrucciones de optimización para mejorar el rendimiento medido, en el que cada una de una pluralidad de iteraciones incluye al menos: (a) recuperar una o más métricas de rendimiento del primer nodo de comunicaciones inalámbricas o el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas, o ambos; (b) evaluar las métricas de rendimiento recuperadas; (c) determinar parámetros de configuración actualizados en el cumplimiento de una estrategia de programación y equilibrado de cargas actualizada; y (d) emitir instrucciones de optimización actualizadas al primer nodo de comunicaciones inalámbricas o el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas, o ambos, para implementar los parámetros de configuración actualizados.

De acuerdo con una realización relacionada, cada una de la pluralidad de iteraciones incluye adicionalmente una evaluación de datos de tráfico histórico.

En una realización, emitir las instrucciones de optimización incluye una evaluación basándose en uno o más de: parámetros de sintonía de rendimiento disponibles; datos de tráfico histórico disponibles; datos de rendimiento de enlace de radio históricos disponibles dentro de un mapa con reconocimiento de ubicación geográfica; datos de rendimiento y de triangulación disponibles dentro del mapa con reconocimiento de ubicación geográfica; parámetros de calidad de servicio (QoS) selectivos disponibles; información disponible acerca de la topología de red inalámbrica subyacente; información disponible acerca de interferencia en la red inalámbrica; sesgo hacia uno o más objetivos de fiabilidad; y recompensas e incentivos disponibles para dispositivos que participan en una conexión de enlace de retroceso de WAN agregada.

De acuerdo con otra realización, emitir las instrucciones de optimización incluye asignar un ancho de banda aumentado para el flujo de paquetes de datos dentro de una conexión de enlace de retroceso de WAN agregada basándose en que un usuario permita una interfaz de comunicaciones inalámbricas con un nodo de comunicaciones inalámbricas que tiene acceso a una conexión de enlace de retroceso de WAN.

De acuerdo con una realización, hay un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando son ejecutadas por un procesador de un aparato, sistema, dispositivo BACK, u otra realización compatible de las operaciones descritas en el presente documento, las instrucciones dan lugar a que el aparato realice operaciones que incluyen: establecer una primera interfaz de comunicaciones inalámbricas con un primer nodo de comunicaciones inalámbricas, teniendo el primer nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una primera conexión de enlace de retroceso de red de área extensa (WAN); establecer una segunda interfaz de comunicaciones inalámbricas con un segundo nodo de comunicaciones inalámbricas, teniendo el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una segunda conexión de enlace de retroceso de WAN distinta de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN; gestionar un flujo de paquetes de datos de tal modo que un primer subconjunto del flujo se transmite a través de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN y un segundo subconjunto del flujo se transmite a través de la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN; recoger y analizar información acerca de tráfico y un entorno de radio a partir de una pluralidad de elementos de red o sistemas de gestión; y controlar el establecimiento y la continuación de conexiones de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas con conexiones de WAN y conexiones de enlace de retroceso de WAN basándose en la información recogida y los análisis.

La figura 3B muestra una representación esquemática alternativa de un plano de control BACK 399 (por ejemplo, un sistema, un dispositivo BACK o un sistema BACK, etc.) de acuerdo con el cual algunas realizaciones pueden operar. A pesar de que se ilustra una arquitectura física a modo de ejemplo, puede haber muchos más AP y STA de los que se exponen mediante este ejemplo.

De acuerdo con una realización, un sistema BACK o plano de control BACK 399 de ese tipo implementa las metodologías expuestas anteriormente. Por ejemplo, un sistema de ese tipo controla una multitud de dispositivos de IEEE 802.11 conectados a través de múltiples conexiones de enlace de retroceso de banda ancha, incluyendo estaciones (STA) tales como teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores portátiles, ordenadores de sobremesa, consolas de juegos y equipos de TV por Internet que transmiten y reciben en las bandas de ISM, y puntos de acceso

(AP) que tienen conexiones de interfaz aérea con las STA en un lado y una conexión de enlace de retroceso en el otro a Ethernet, DSL, fibra, cable, o cualquier otro medio de conexión con el resto de Internet. Las STA y los AP se pueden comunicar con tecnologías de Wi-Fi avanzadas, tales como Súper Wi-Fi y MIMO de múltiples usuarios.

- 5 De acuerdo con una realización, cada STA puede conectar con múltiples AP y los enlaces de enlace de retroceso de banda ancha asociados. Hay cuatro modos de funcionamiento según se define mediante la siguiente matriz, ilustrando los acrónimos que se indican posteriormente en la Tabla 1 los tipos de conexión aplicables:

TABLA 1

	Conexiones multiplexadas en tiempo con múltiples AP	Conexiones simultáneas con múltiples AP
Conexión directa desde cada STA a múltiples AP	D-TM	D-S
Conexión indirecta , en donde cada STA conecta con otras STA y, entonces, con sus AP	I-TM	I-S

- 10 En los modos I-TM e I-S, se requieren conexiones de radio de múltiples saltos entre las STA, por ejemplo, por medio de un modo ad hoc en 802.11 o con radios dobles. Las metodologías también permiten que los AP formen una red de múltiples saltos entre sí mismos, de tal modo que los cuellos de botella de una cierta capacidad de enlace de retroceso se pueden encaminar dando un rodeo a través de una trayectoria más larga de AP. Por ejemplo, unos
15 enlaces de 2,4 GHz se pueden conectar mediante un enlace de retroceso a través de un canal de 40 MHz a 5 GHz.

- En los modos D-TM e I-TM, cada STA en cualquier instante dado solo conecta con un único AP, pero conmuta entre múltiples AP con el tiempo de acuerdo con un vector de programación $S(t)$ que depende del tiempo t , por ejemplo, $S(100) = [1 \ 0]$ y $S(101) = [0 \ 1]$.

- 20 En los modos D-S e I-S, cada STA conecta con múltiples AP al mismo tiempo, con tráfico repartido por los mismos de acuerdo con un vector de equilibrado de cargas $S(t)$ que puede depender del tiempo t , por ejemplo, $S(100) = [0,8 \ 0,2]$ y $S(101) = [0,5 \ 0,5]$. Obsérvese que, en los modos TM, S es un vector binario, mientras que, en los modos S, S es un vector real.

- 25 Qué modo se encuentra en funcionamiento depende, en parte, del tipo de gestión de conexión y radio disponibles en un sistema dado. Algunos de los métodos descritos son de aplicación a todos los modos, mientras que otros se pueden seleccionar como objetivo específicamente para determinados modos.

- 30 De acuerdo con la arquitectura 301 ilustrada que tiene el plano de control BACK 399 en la misma, se proporcionan cuatro conexiones de enlace de retroceso de banda ancha 1-4 distintas, expuestas como los elementos 381, 382, 383 y 384, respectivamente. Cada uno se conecta con un punto de acceso correspondiente, en el que la conexión de enlace de retroceso de banda ancha n.º 1 381 conecta con el AP1 en el elemento 371, la conexión de enlace de retroceso de banda ancha n.º 2 382 conecta con el AP2 en el elemento 372, la conexión de enlace de retroceso de banda ancha n.º 3 383 conecta con el AP3 en el elemento 373, y en el que la conexión de enlace de retroceso de banda ancha n.º 4 384 conecta con el AP4 en el elemento 374. Hay dos estaciones ilustradas como STA1 en el elemento 361 y STA2 en el elemento 362. Se ilustran conexiones de interfaz inalámbricas entre los diversos puntos de acceso y estaciones, en los que el AP1 371 conecta con la STA1 361; El AP2 372 conecta tanto con la STA1 361 como también con el AP3 373, estando conectado el AP3 373 solo con el AP2 372 (y el enlace de retroceso de banda ancha n.º 3 en el elemento 383); estando conectado el AP4 374 solo con la STA2 362 (y el enlace de retroceso de banda ancha n.º 4 en el elemento 384); y, por último, estando conectada la STA2 tanto con la STA1 361 como con el AP4 374.

- 45 Tales arquitecturas de múltiples AP son ciertamente factibles. La tarea de control es tolerable, la gestión del traspaso y transición de paquetes es posible, se puede llevar a cabo la interacción con protocolos de capas superiores tales como TCP, y también se puede mantener la seguridad, posibilitando de este modo un acceso de banda ancha multidireccional. Desafortunadamente, ningún sistema convencional ha abordado las funciones de control y gestión automatizadas que son necesarias para un rendimiento alto de un sistema a gran escala.

- 50 Un plano de control que es materializado por el guardián de control de AP de banda ancha (BACK) introduce mediciones del entorno de radio y de enlace de retroceso, la capacidad de cada enlace virtual y la carga de cada STA. Entonces, el sistema BACK determina ajustes de parámetros de control óptimos usando algoritmos, proporcionando de este modo una optimización de la configuración arquitectónica a largo plazo así como el rendimiento en tiempo real.

- 55 De acuerdo con determinadas realizaciones, los controles de sistema BACK incluyen: Ajustes de enlace, tales como la selección de los canales de Wi-Fi usados por los AP. La selección de canal se realiza para evitar la interferencia procedente de los AP que se encuentran bajo el control del BACK así como los AP fuera del control de BACK. El objetivo es usar canales con la menor interferencia, en donde la interferencia es determinada por los niveles de

señal recibida así como por los niveles de tráfico en el canal. La selección de canal es implementada por el sistema BACK que asigna múltiples canales y determina sus cargas de tráfico; ambas de las cuales afectan a la interferencia.

5 De acuerdo con determinadas realizaciones, los controles de sistema BACK incluyen adicionalmente el control de conexión. Por ejemplo, cada STA puede conectar con varias trayectorias de enlace de retroceso directa o indirectamente, usando conexiones multiplexadas en tiempo o conexiones simultáneas. Unas duraciones de conexión de solo decenas de milisegundos son prácticas y, por lo tanto, el BACK puede asignar vectores de programación, $S(t)$, para tener muchas ranuras de tiempo de corta duración para muchos AP y STA, que se eligen
10 para evitar la interferencia. O se pueden asignar conexiones estáticas con vectores de equilibrado de carga simples $S(t)$, o con trayectorias principales y de respaldo simples, o con $S(t)$ variando solo lentamente tal como con la hora del día.

15 De acuerdo con determinadas realizaciones, los controles de sistema BACK incluyen adicionalmente el control del tráfico en tiempo real. Se puede pensar en cada conexión de radio con un enlace de enlace de retroceso como una interfaz virtual. Diferentes direcciones de IP, flujos, o incluso los paquetes individuales, se encaminan a través de diferentes interfaces por medio de las asignaciones de tráfico óptimas según sea determinado por el BACK.

20 Cada una de las áreas de control afecta a las otras. Debido a que los problemas individuales no se desacoplan, estos se pueden optimizar colectivamente por el sistema BACK.

25 De acuerdo con una realización, la optimización considera los siguientes objetivos: (a) Equilibrado de cargas multidireccionado en el que la eficiencia de la totalidad del sistema, de extremo a extremo, incluyendo la interfaz aérea y el enlace de retroceso de banda ancha; (b) maximización de rendimiento individual en la que la eficiencia de cada STA individual y la compensación recíproca óptima de Pareto entre las mismas; y (c) equidad de asignación de capacidad de enlace de retroceso, de asignación de capacidad de interfaz aérea y de QoS para diferentes clases de usuarios.

30 Se superan los cuellos de botella de diseño de las soluciones no satisfactorias anteriores. Por ejemplo, se proporcionan: (a) mecanismos de incentivos, tales como "toma y daca"; (b) estabilidad de selección de trayectoria alternativa y fiabilidad de las trayectorias de extremo a extremo; (c) minimización del paso de mensajes requerido entre las STA y los AP y el tiempo para conmutar las trayectorias de comunicación inalámbrica; (d) medición de capacidad de enlace de retroceso; (e) medición de capacidad de interfaz aérea en un entorno variable en el tiempo; y (f) medición de la pérdida de radio a y desde diferentes STA y AP a lo largo de diferentes ubicaciones, en la que tal
35 medición puede aprovechar datos de ubicación de STA a partir de GPS o triangulación.

40 Un plano de control transparente y optimizado se proporciona como un medio eficaz de abordar las cuestiones anteriores, a través de, por ejemplo, (a) aprovechamiento de patrones de tráfico pasados a largo plazo, que forman, a menudo, un patrón repetitivo y predecible y se pueden usar para la estimación a posteriori del tráfico futuro; (b) aprovechamiento de medición de ISP, incluyendo las recopiladas en el enlace de retroceso tal como tráfico de banda ancha, capacidad e información de ubicación de intermediaciones; (c) aprovechamiento de capacidad de enlace de retroceso conjunta y diseño de programación de múltiples AP; (d) aprovechamiento de puntos de control de enlace de retroceso, tales como RT en determinados sistemas de enlace de retroceso de DSL, para convertirse en un BACK, como un ancla de decisiones de plano de control; y (e) aprovechamiento de información de ubicación, mapas
45 geográficos y el entorno de radio, incluyendo la pérdida de radio a diferentes ubicaciones.

50 El plano de control BACK 399 también puede conectar con una pasarela de LTE y/o Wi-Fi para notificar el estado de la red de LTE y posibilitar una elección dinámica entre las conexiones de LTE y de Wi-Fi. Muy probablemente, este es un escenario debido a que las redes inalámbricas celulares continúan con la tendencia de reducir los tamaños de célula. El sistema de control, cuando se conecta con una pasarela de LTE/Wi-Fi, también puede seleccionar el mejor enlace de enlace de retroceso, con la menor congestión y la mayor capacidad disponible, para que la mezcla de tráfico de interfaz aérea de LTE y de Wi-Fi se encamine a la misma.

55 Con las arquitecturas entre elementos del mismo nivel de estación a estación, unas arquitecturas indirectas son formadas por las STA, dando como resultado una red de STA-STA de interfaz aérea de múltiples saltos. Se hace referencia a esto como relaciones de intercambio entre elementos del mismo nivel. La formación de relaciones de intercambio entre elementos del mismo nivel se basa en los siguientes factores: (a) rendimiento en el que algunas STA tienen una conectividad de velocidad más alta con los AP que también tienen una velocidad de enlace de retroceso más alta, así denominadas "STA fuertes", siendo el opuesto las "STA débiles", y en el que las STA fuertes
60 se pueden convertir en elementos del mismo nivel que ayudan a las STA débiles; (b) economía, en el que las STA que participan en esta arquitectura como elementos del mismo nivel que ayudan son recompensadas a través de estrategias o bien de créditos de facturación mensual o bien de "toma y daca"; y (c) seguridad, en la que solo aquellas STA con un nivel alto de seguridad, por ejemplo, un cifrado fuerte sobre los mensajes, pueden usar otras STA como elementos del mismo nivel de retransmisión, y solo aquellas STA con usuarios de confianza pueden
65 actuar como elementos del mismo nivel de retransmisión.

Hay diversas formas de optimizar las relaciones de intercambio entre elementos del mismo nivel. No obstante, con el fin de minimizar la tara, se proponen específicamente dos métodos específicos: reserva y preconfiguración.

La utilización de la reserva de una STA de intercambio entre elementos del mismo nivel específica como una retransmisión de un salto que reduce significativamente la tara, la inestabilidad y la mecánica de transición de paquetes asociada con la búsqueda dinámica de las STA en tiempo real. Más en general, considerando que algunas STA pueden estar apagadas en edificios de múltiples inquilinos, cada STA tiene una lista en orden de clasificación de las STA en orden descendente de elección como STA de intercambio entre elementos del mismo nivel, con una longitud por defecto de, por ejemplo, "3". Esta va bajando por la lista desde la primera STA en la lista, y cuando la misma no se encuentra disponible, pasa a la segunda, etc.

La utilización de la preconfiguración de la trayectoria de intercambio entre elementos del mismo nivel fija se realiza fuera de línea basándose en la medición de rendimiento a lo largo de una escala de tiempo larga, por ejemplo, semanas y meses, y se puede actualizar, por ejemplo, cada mes, o cuando una STA de intercambio entre elementos del mismo nivel está apagada continuamente durante, por ejemplo, una semana.

Para un control de acceso de múltiples AP, se proponen una formulación y solución de optimización de control. En primer lugar, se presenta la formulación del problema que dan los inventores de la presente invención usando la siguiente notación:

Cada STA se indexa mediante k , con una función de utilidad U_k elegida o bien por un proveedor de Wi-Fi o bien por un consumidor;

Cada AP se indexa mediante i , con una capacidad de enlace de retroceso B_i que puede ser variada por el proveedor de enlace de retroceso;

S_{ki} : la fracción de tiempo que la STA k emplea conectando con el AP i a lo largo de una escala de tiempo corta. Estos se han de totalizar para todo i para ser menor que 1 para cada k para cada interfaz de radio;

C_i : la región de capacidad para las STA asociadas con el AP i , que es una función de todos los S_{ki} ;

C_{ki} : la capacidad de enlace de la STA k al AP i . El conjunto de C_{ki} para todo k ha de encontrarse dentro de la región de capacidad C_i . La compensación recíproca exacta se puede complicar, dependiendo de muchos factores en las capas PHY y MAC, así como topologías como la existencia de nodos ocultos;

X_{ki} : caudal de la STA k al AP i . Este es el producto de S_{ki} y C_{ki} ;

Las variables de optimización directa son S_{ki} , los factores de programación/equilibrio de cargas por par de STA y AP. Muchos de estos pueden ser 0. S_{ki} controla, a su vez, C_{ki} , que también se ve influenciado por otros factores como la asignación de canal en los AP. Estos determinan colectivamente X_{ki} ;

Entonces, X_{ki} sumado para todo k para un i dado ha de ser más pequeño que la capacidad de enlace de retroceso B_i para el AP i ; y

X_{ki} sumado para todo i para un k dado es la entrada para la función de utilidad para la STA k .

TABLA 2

Maximizar sujeto para	$\sum_k U_k(y_k)$, $\sum_i X_{ki} = y_k$, $\sum_k X_{ki} \leq B_i$, $X_{ki} = S_{ki} * C_{ki}$, $\sum_i S_{ki} \leq 1$, y $\{C_{ki}\}_k$ en la región de capacidad $C_i(\{S_{ki}\}_k)$,	Todo k , Todo i , Todo (k,i) Todo i , y Todo i
-----------------------	--	--

Este problema se puede solucionar de diversas formas, pero se puede ver que el control y la información ampliada de un plano de control soportado por proveedor pueden potenciar drásticamente la eficiencia de resolución de este problema.

Este problema se puede resolver en una escala de tiempo corta de forma aproximada (por ranura de tiempo), o a lo largo de una escala de tiempo más prolongada para un equilibrio objetivo. Si el proveedor o proveedores de enlace de retroceso participan en la optimización, entonces $\{B_i\}$ también se convierten en variables. Si se usa el modo TM en lugar del modo S, es necesario que S_{ki} sean números enteros. Resolver este problema equivale a conmutar los AP. Además de resolver la formulación del problema anterior, se pueden imponer adicionalmente dos elementos adicionales en el algoritmo:

Resolver la optimización anterior proporciona una forma de elegir S_{ki} , o de forma equivalente, vectores de S_k , uno para cada STA k . Esta es una optimización de estala de tiempo corta.

- 5 En la optimización de escala de tiempo más prolongada, también se puede aplicar una restricción de que la suma de $y_k(t)$ a lo largo de una ventana de ranuras de tiempo $\{t\}$ sea lo suficientemente grande, debido a que enlaces más lentos necesitan más tiempo para completar un trabajo.

- 10 La equidad se puede controlar a través de la elección de funciones de utilidad U_k . Por ejemplo, una equidad proporcional para todo y_k se puede obtener mediante el uso de funciones de utilidad logarítmicas: $U_k = \log(y_k)$. En general, se pueden usar funciones de utilidad alfa-equitativas [12], en las que un alfa mayor conduce a unas asignaciones más equitativas.

- 15 Además, se pueden colocar unos pesos delante de cada función de utilidad. Por ejemplo, $U_k = w_k * \log(y_k)$, en donde los pesos $\{w_k\}$ reflejan la importancia relativa de STA k . Esto se puede obtener o bien de diferencias de facturación (algunos usuarios pagan más), o bien de múltiples clases de QoS, incluyendo usuarios dentro del edificio, usuarios transeúntes, usuarios de diversos grados de garantía de calidad. Estos pesos también pueden reflejar el número de sesiones de TCP en paralelo para un flujo de aplicación dado, tal como se analizará adicionalmente en la Sección D posteriormente.

- 20 Otra cuestión importante para el control de equidad es la relación entre la tasa que recibiría una STA usando un único AP y la tasa que recibe la misma cuando se usan múltiples AP. Es necesario que la relación entre estas dos tasas sea razonable. Hay dos formas de incorporar equidad en el presente caso: (a) en lugar de mirar la función de utilidad de y_k , se usa una función de utilidad de esta relación, (b) usar una función de utilidad alfa-equitativa generalizada [12] en donde cada STA tiene un parámetro de preferencia q_k , y este parámetro es la tasa normal que recibe la STA k sin usar múltiples AP.

- 25 Este procedimiento optimiza X_{ki} , el caudal de la STA k al AP i ; y S_{ki} , los factores de programación/equilibrado de cargas. El BACK puede retransmitir directamente estos vectores optimizados a cada STA y AP, entonces el equipo asigna a cada transmisión una trayectoria y ranura de tiempo de tal modo que el tráfico total coincide con X_{ki} y S_{ki} tanto como es posible.

- 30 O el plano de control BACK 399 puede asignar indirectamente capacidad y parámetros de enlace para aproximar la solución óptima. Diferentes direcciones de origen/destino, o diferentes flujos (es decir, secuencias de vídeo) se pueden asignar a través de diferentes trayectorias. O un flujo se puede descomponer en múltiples fragmentos, con un archivo de seguimiento creado por el BACK que determina las trayectorias y ranuras sobre las que se envía cada fragmento de datos.

- 35 La medición a partir de las STA es una cuestión difícil en arquitecturas de múltiples AP, bajo restricciones prácticas a la precisión y granularidad de las mediciones desde las STA. Por lo tanto, se proponen métodos que usan una capacidad de los proveedores de servicios para ejecutar un plano de control usando un sistema BACK para recoger datos de forma más eficaz.

- 40 La medición de valores de capacidad de enlace de retroceso $\{B_i\}$ se puede llevar a cabo a través de pruebas de velocidad y datos de ISP de enlace de retroceso. Esto posibilita conectar con los AP óptimos dependiendo de la hora del día, una optimización de estala de tiempo larga de $S(t)$.

- 45 La medición de regiones de capacidad de interfaz aérea $\{C_i\}$ se hace más difícil debido a que la misma implica unas condiciones de interfaz aérea variables en el tiempo y, en general, las regiones de capacidad están acopladas cuando los AP se encuentran lo bastante juntos unos de otros. El BACK recoge datos, tales como los vectores de caudal para las STA conectadas con cada AP bajo diferentes condiciones de carga, para ayudar a estimar las regiones de capacidad con más precisión. La capacidad de interfaz aérea se mide en cada enlace, a cada STA. Se rellena una base de datos grande, incluyendo recuentos de velocidades de conexión, recuentos pasivos del caudal de tráfico existente, y pruebas de sondeo activo que miden el retardo y el caudal.

- 50 En ambos tipos de medición anteriores, la invención incorpora datos de hora del día de histórico para disminuir la necesidad de medición instantánea. En determinados escenarios de implementación tales como edificios de múltiples inquilinos, los datos muestran que cada día de la semana (que no sea viernes) muestra patrones de uso repetitivos y destacables a lo largo de un periodo de 24 horas, y cada día de la semana también muestra tales patrones a lo largo de diferentes semanas (excepto en días festivos). Usando datos a lo largo de una ventana de tiempo deslizante, tanto $\{B_i\}$ como $\{C_i\}$ se pueden predecir de forma aproximada por adelantado durante cada hora de cada día.

- 55 El procedimiento de optimización y medición también se puede realizar iterativamente para disminuir sucesivamente el error o mejorar el rendimiento.

Se proponen un diseño conjunto de las conexiones inalámbricas y enlace de retroceso cableado, de tal modo que la interfaz aérea y el enlace de retroceso se pueden optimizar conjuntamente con dispositivos compatibles. La oportunidad se puede ver observando, en el problema de optimización anterior, que $\{B_i\}$ restringe el mejor $\{X_{ki}\}$, por lo tanto el mejor valor de función objetivo, alcanzable.

5 No obstante, no puede aumentarse todo $\{B_i\}$ al mismo tiempo. Por ejemplo, en los enlaces de retroceso de DSL, los métodos de gestión de espectro dinámico (DSM) cambian la compensación recíproca entre los enlaces de enlace de retroceso al escoger diferentes puntos en la frontera de la región de capacidad de DSL. Bajo el diseño conjunto en la presente divulgación, a aquellos AP con una demanda más alta de tráfico de STA se les dará una prioridad más alta
10 en DSM, aliviando de ese modo las restricciones de cuello de botella sobre esos AP. Una forma de indicar fácilmente qué capacidad de AP aumentar es mirar los multiplicadores de Lagrange óptimos o la permisividad que se corresponde con cada una de las restricciones de B_i en el problema de optimización. A la inversa, si algunos B_i no se pueden fácilmente aumentar adicionalmente (debido a que se alcanza el límite de la región de capacidad), la relación de intercambio entre elementos del mismo nivel de STA-AP se puede volver a optimizar para evitar pasar
15 tráfico a través de ese cuello de botella.

Una cuestión relacionada y desafiante es la de un mecanismo de incentivos para abrir Wi-Fi a su uso por otros. En el presente caso se proponen métodos para aprovechar mecanismos de "toma y daca". Por ejemplo, se proporciona una unidad de crédito cuando cada STA o AP se abre a retransmitir tráfico a lo largo de un periodo de tiempo, por
20 ejemplo, 1 minuto. Entonces, a lo largo de una ventana móvil de, por ejemplo, 1 día, es necesario que cada STA y AP tenga acumulada una cantidad mínima de créditos, por ejemplo 10 unidades, con el fin de encontrarse en una posición para participar en una compartición de múltiples AP: pedir a otras STA y otros AP que ayuden a retransmitir su tráfico.

25 También se puede construir una escala, en la que más créditos conducen a un periodo de tiempo más prolongado con el "billete" para participar en una compartición de múltiples AP. Con el fin de realizar una normalización a lo largo y ancho de unas STA y unos AP con diferentes capacidades, también se pueden dar créditos proporcionales al porcentaje de tráfico de retransmisión frente a tráfico directo.

30 La combinación de métodos descritos en el presente documento conduce eficazmente a múltiples trayectorias "de extremo a extremo" entre cada STA y la frontera de la red de acceso, por ejemplo, la pasarela de red de banda ancha (BNG). Mientras que el resto de la trayectoria a través de Internet es decidida por protocolos tales como IP y se ve influenciado por las condiciones de red medular y metropolitana, la porción de red de acceso anteriormente descrita es a menudo el cuello de botella de rendimiento. Por lo tanto, el control de las capacidades de
35 multidireccionamiento dentro de la red de acceso es muy valioso para establecer optimizaciones y una mayor eficiencia operativa.

El control de multidireccionamiento es valioso en la sintonía de rendimiento, por ejemplo, uso de datos de tráfico de enlace de retroceso de DSL para determinar rutas óptimas. El control de multidireccionamiento es útil para la
40 diferenciación de QoS (y la base de ingresos), por ejemplo, encaminar diferentes conexiones, clases de tráfico, o paquetes, a lo largo de diferentes trayectorias. De una parte a otra de la red de acceso, el sistema también puede optimizar flujos de tráfico de TCP usando múltiples conexiones de TCP para aumentar el ancho de banda global. Esto quiere decir que se implantará equidad y se maximizará la eficiencia a lo largo de tres niveles de granularidad: por paquete, por conexión de TCP y por flujo de aplicación. Esto puede seguir la directiva establecida por un
45 proveedor o gestor de directivas.

El control de multidireccionamiento también es valioso en el equilibrado de carga, por ejemplo, asignación dinámica de múltiples rutas. Una vez más, la asignación de rutas y ranuras de tiempo se puede basar en patrones de tráfico de histórico en diferente hora del día y día de la semana. Y el control de multidireccionamiento es valioso en la
50 fiabilidad. La arquitectura de múltiples AP posibilita eficazmente un multidireccionamiento que proporciona trayectorias alternativas en momentos de fallo de equipo o congestión grave. En particular, se pueden escoger trayectorias de nodos disjuntos, de una parte a otra de la interfaz aérea de Wi-Fi y el enlace de retroceso, de tal modo que múltiples sesiones pueden compartir una trayectoria de nodos disjuntos dada para respaldo en momentos de fallo.

55 **La figura 3C** muestra una representación esquemática 302 alternativa de interfaces de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con las cuales algunas realizaciones pueden operar. Más en concreto, se muestran con detalle adicional una diversidad de tipos de interfaz de comunicaciones inalámbricas, incluyendo (i) la interfaz de múltiples puntos de acceso a punto de acceso (Múltiple AP-AP) en el elemento 396, (ii) la interfaz indirecta de estación a estación (STA-STA Indirecta) en el elemento 397, y (iii) la interfaz directa de estación a punto de acceso (STA-AP directa) en el elemento 398.
60

Las interfaces de comunicaciones inalámbricas pueden ser cualquier combinación de múltiples tipos, incluyendo la STA-AP directa 398, en el que la STA (por ejemplo, STA1 361) conecta con un punto de acceso (por ejemplo, el AP2 372 en este ejemplo) que, a su vez, conecta con el Múltiple AP-AP de enlace de retroceso de WAN en el elemento 396. Por lo tanto, de acuerdo con un ejemplo de este tipo, la STA1 361 conecta con un primer punto de acceso (AP2
65

372 que es parte del Múltiple AP-AP 396), y el primer punto de acceso (AP2 372) conecta con un segundo punto de acceso (AP2 373 por medio del Múltiple AP-AP 396), y el segundo AP conecta con el enlace de retroceso de WAN (el enlace de retroceso de banda ancha n.º 3 en el elemento 383).

- 5 En un ejemplo de STA-STA Indirecta 397, la estación STA1 361 conecta con una segunda estación STA2 362, y la segunda estación STA2 362 conecta con un punto de acceso (AP4 373) que conecta con el enlace de retroceso de WAN (el enlace de retroceso de banda ancha n.º 4 en el elemento 384).

10 **La figura 4** ilustra una representación esquemática de una máquina 400 en la forma ilustrativa de un sistema informático, de acuerdo con una realización, dentro del cual se puede ejecutar un conjunto de instrucciones, para dar lugar a que la máquina/sistema informático 400 realice una o más cualesquiera de las metodologías analizadas en el presente documento. En realizaciones alternativas, la máquina se puede conectar (por ejemplo, interconectar en red) con otras máquinas en una red de área local (LAN), una intranet, una extranet o Internet. La máquina puede operar en calidad de servidor o máquina de cliente en un entorno de red de cliente-servidor, como una máquina del mismo nivel en un entorno de red entre elementos del mismo nivel (o distribuido), como un servidor o una serie de servidores dentro de un entorno de servicios a petición. Determinadas realizaciones de la máquina se pueden encontrar en la forma de un ordenador personal (PC), un PC de tipo tableta, una unidad de adaptación multimedios (STB), un asistente digital personal (PDA), un teléfono celular, un aparato web, un servidor, un encaminador, conmutador o puente de red, sistema informático, o cualquier máquina capaz de ejecutar un conjunto de instrucciones (secuencial o de otro modo) que especifican acciones que van a ser emprendidas por esa máquina. Además, a pesar de que solo se ilustra una única máquina, también se deberá interpretar que la expresión "máquina" incluye cualquier colección de máquinas (por ejemplo, ordenadores) que ejecutan individual o conjuntamente un conjunto (o múltiples conjuntos) de instrucciones para realizar una o más cualesquiera de las metodologías analizadas en el presente documento.

25 El sistema informático 400 a modo de ejemplo incluye un procesador 402, una memoria principal 404 (por ejemplo, memoria de solo lectura (ROM), memoria flash, memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM) tal como DRAM síncrona (SDRAM) o Rambus DRAM (RDRAM), etc., memoria estática tal como memoria flash, memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), RAM de una tasa de datos elevada pero volátil, etc.), y una memoria secundaria 418, que se comunican una con otra por medio de un bus 430. La memoria principal 404 incluye un coordinador de tráfico 424 y también órdenes e instrucciones. La memoria principal 404 y sus elementos secundarios (por ejemplo, 423 y 424) son accionables junto con la lógica de procesamiento 426 y el procesador 402 para realizar las metodologías analizadas en el presente documento.

- 35 El módulo de control 435 se ilustra adicionalmente accionable junto con el software 422 así como el coordinador de tráfico 424 y órdenes e instrucciones 423 tal como se ha descrito previamente.

40 El procesador 402 representa uno o más dispositivos de procesamiento de propósito general tal como un microprocesador, unidad de procesamiento central, o similares. Más en concreto, el procesador 402 puede ser un microprocesador de computación con conjunto de instrucciones complejas (CISC), microprocesador de computación con conjunto de instrucciones reducidas (RISC), microprocesador de palabras de instrucciones muy largas (VLIW), procesador que implementa otros conjuntos de instrucciones, o procesadores que implementan una combinación de conjuntos de instrucciones. El procesador 402 también puede ser uno o más dispositivos de procesamiento de propósito especial tales como un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC), una disposición de puertas programable en campo (FPGA), un procesador de señales digitales (DSP), procesador de red, o similares. El procesador 402 está configurado para ejecutar la lógica de procesamiento 426 para realizar las operaciones y la funcionalidad que se analiza en el presente documento.

50 El sistema informático 400 puede incluir adicionalmente una tarjeta de interfaz de red 408. El sistema informático 400 también puede incluir una interfaz de usuario 410 (tal como una unidad de visualización de vídeo, un visualizador de cristal líquido (LCD) o un tubo de rayos catódicos (CRT)), un dispositivo de entrada alfanumérico 412 (por ejemplo, un teclado), un dispositivo de control de cursor 414 (por ejemplo, un ratón) y un dispositivo de generación de señal 416 (por ejemplo, un altavoz integrado). El sistema informático 400 puede incluir adicionalmente el dispositivo periférico 436 (por ejemplo, dispositivos de comunicación inalámbrica o cableada, dispositivos de memoria, dispositivos de almacenamiento, dispositivos de procesamiento de audio, dispositivos de procesamiento de vídeo, etc.).

60 La memoria secundaria 418 puede incluir un medio de almacenamiento legible por ordenador o legible por máquina no transitorio 431 en el que se almacenan uno o más conjuntos de instrucciones (por ejemplo, el software 422) que materializan una o más cualesquiera de las metodologías o funciones descritas en el presente documento. El software 422 también puede residir, completa o al menos parcialmente, dentro de la memoria principal 404 y/o dentro del procesador 402 durante la ejecución del mismo por el sistema informático 400, constituyendo también la memoria principal 404 y el procesador 402 unos medios de almacenamiento legibles por máquina. El software 422 se puede transmitir o recibir adicionalmente a través de una red 420 por medio de la tarjeta de interfaz de red 408.

65 Aunque la materia objeto que se divulga en el presente documento 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 explícitamente enumeradas que se divulgan. Por el contrario, se tiene por objeto que la divulgación cubra diversas modificaciones y disposiciones similares según sean evidentes a los expertos en la materia. Por lo tanto, al alcance de las reivindicaciones adjuntas se le debería conceder la interpretación más amplia con el fin de

5 abarcar la totalidad de tales modificaciones y disposiciones similares. Se ha de entender que se tiene por objeto que la descripción anterior sea ilustrativa y no restrictiva. Muchas otras realizaciones serán evidentes a los expertos en la materia tras leer y entender la descripción anterior. Por lo tanto, el alcance de la materia objeto divulgada se ha de determinar con referencia a las reivindicaciones adjuntas, junto con el pleno alcance de equivalentes al que tienen

10 derecho tales reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende:

- 5 un procesador (290) y una memoria (295) para realizar instrucciones materializadas por el sistema; una pluralidad de transceptores inalámbricos; un coordinador de tráfico (220) para interconectar dos o más nodos de comunicaciones inalámbricas entre sí, a través del sistema, en donde cada uno de los nodos de comunicaciones inalámbricas tiene acceso a una conexión de enlace de retroceso de red de área extensa (WAN) independiente del sistema;
- 10 una o más interfaces de comunicaciones inalámbricas con un primer nodo de comunicación inalámbrica establecido por medio de un primero de la pluralidad de transceptores inalámbricos, teniendo el primer nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una primera conexión de enlace de retroceso de WAN;
- 15 una o más interfaces de comunicaciones inalámbricas con un segundo nodo de comunicaciones inalámbricas establecido por medio de un segundo de la pluralidad de transceptores inalámbricos, teniendo el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una segunda conexión de enlace de retroceso de WAN distinta de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN; y
- 20 un módulo de control (260) para recibir información acerca de flujos de tráfico a través del sistema y un entorno de radio dentro del cual opera el sistema, en donde el módulo de control para: emitir órdenes para controlar la formación y la continuación de conexiones de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas con conexiones de WAN y conexiones de enlace de retroceso de WAN, y para proporcionar adicionalmente instrucciones para configuración y asignación de recursos en las interfaces de comunicaciones inalámbricas.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde el módulo de control se materializa dentro de un sistema guardián de control de punto de acceso de banda ancha (sistema BACK), siendo el sistema BACK para controlar ajustes en el
- 25 primer nodo de comunicación inalámbrica, controlar ajustes en el segundo nodo de comunicación inalámbrica o controlar ajustes tanto en el primer como en el segundo nodos de comunicación inalámbrica, en donde los ajustes se seleccionan de entre lo siguiente:

- 30 ajustes de conexión de enlace de radio que afectan a la primera o la segunda primera interfaz de comunicaciones inalámbricas respectiva; asignaciones de canal que afectan a la primera o la segunda primera interfaz de comunicaciones inalámbricas respectiva; ajustes de conexión de banda ancha que afectan a la primera o la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN respectiva;
- 35 asignaciones de conexión entre estaciones (STA) de red, puntos de acceso (AP) de red, y conexiones de enlace de retroceso de banda ancha en las STA y/o los AP a través de las cuales se proporciona acceso a la primera o la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN respectiva; asignaciones de dirección de Protocolo de Internet (IP) para el flujo de paquetes de datos;
- 40 asignaciones de dirección de IP para el primer y el segundo subconjuntos respectivos de flujos; clasificaciones de calidad de servicio (QoS) para el flujo de paquetes de datos; clasificaciones de QoS para el primer y el segundo subconjuntos respectivos de flujos;
- 45 parámetros de regulación de QoS para el flujo de paquetes de datos, el primer y el segundo subconjuntos respectivos de flujos, o ambos; encaminamiento del primer y el segundo subconjuntos respectivos de flujos de acuerdo con conexiones de enlace de retroceso de WAN disponibles y ranuras de tiempo en las conexiones de enlace de retroceso de WAN disponibles;
- 50 parámetros de equilibrado de carga que afectan al flujo de paquetes de datos, el primer y el segundo subconjuntos respectivos de flujos, o ambos; y criterios de equidad para todo el tráfico procesado por el primer nodo de comunicación inalámbrica, el segundo nodo de comunicación inalámbrica o tanto el primer como el segundo nodos de comunicación inalámbrica.

3. El sistema de la reivindicación 1:

- 55 en donde el primer nodo de comunicaciones inalámbricas se materializa dentro de un punto de acceso inalámbrico (AP inalámbrico), estableciendo el AP inalámbrico una red de área local (LAN) para uno o más nodos interconectados comunicativamente con el mismo;
- en donde el sistema se comunica con, y controla, un nodo dentro de la LAN; y en donde el sistema establece un acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN a través de su comunicación y control con el nodo dentro de la LAN,
- 60 en donde, opcionalmente, el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas se materializa dentro de un segundo AP inalámbrico, estableciendo el segundo AP inalámbrico una segunda LAN, distinta de la primera LAN, para uno o más nodos interconectados comunicativamente con el mismo; el sistema se comunica con, y controla, un nodo dentro de la segunda LAN al tiempo que simultáneamente se comunica con, y controla, el nodo dentro de la primera LAN; y el sistema establece un acceso a la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN a través
- 65 de su participación como un nodo dentro de la segunda LAN.

4. El sistema de la reivindicación 1:

en donde el primer nodo de comunicaciones inalámbricas se materializa dentro de o bien:

- 5 (a) un encaminador de red, en donde el encaminador de red establece una conectividad con la primera conexión de enlace de retroceso de WAN, en donde el sistema establece un acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN a través de la primera interfaz de comunicaciones inalámbricas con el encaminador de red; o bien
- 10 (b) un módem interconectado directamente con la primera conexión de enlace de retroceso de WAN, en donde el sistema establece un acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN a través del módem; o
- 15 (c) una estación inalámbrica que opera como un nodo del mismo nivel dentro de una red de área local (LAN), teniendo el nodo del mismo nivel acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN por medio de la LAN,

en donde la primera interfaz de comunicaciones inalámbricas comprende una conexión entre elementos del mismo nivel con el nodo del mismo nivel, en donde el sistema establece un acceso a la primera conexión de enlace de retroceso de WAN a través de la conexión entre elementos del mismo nivel con el nodo del mismo nivel.

20 5. El sistema de la reivindicación 1:

en donde la funcionalidad del módulo de control para el sistema está distribuida a lo largo de uno o más dispositivos físicos seleccionados de entre la lista que comprende:

- 25 un servidor remoto;
- el primer dispositivo de comunicaciones inalámbricas;
- el segundo dispositivo de comunicaciones inalámbricas;
- el primer nodo de comunicaciones inalámbricas;
- el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas;
- un encaminador;
- 30 un conmutador; y
- un dispositivo de agregación de banda ancha.

6. El sistema de la reivindicación 1, en donde cada uno del primer nodo de comunicaciones inalámbricas y el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas se seleccionan de entre el grupo de dispositivos que comprende:

- 35 un dispositivo compatible con telefonía celular
- un dispositivo compatible con tercera generación (3G);
- un dispositivo compatible con cuarta generación (4G);
- un dispositivo compatible con Evolución a Largo Plazo (LTE);
- 40 un punto de acceso de Wi-Fi;
- una estación de Wi-Fi,
- un módem;
- un encaminador;
- una pasarela;
- 45 un módem de equipo en las instalaciones del cliente (CPE) de línea de abonado digital (DSL);
- un dispositivo de línea de alimentación en casa;
- un dispositivo basado en la Alianza de Redes Telefónicas para Hogares (HPNA);
- un dispositivo de distribución coaxial en casa;
- un dispositivo compatible con G.hn;
- 50 un dispositivo de comunicación de medición en casa;
- un aparato en casa interconectado comunicativamente con la LAN;
- una estación de base de femtocélula inalámbrica;
- una estación de base de picocélula inalámbrica;
- una estación de base de célula pequeña inalámbrica;
- 55 una estación de base compatible inalámbrica;
- un repetidor de dispositivo móvil inalámbrico;
- una estación de base de dispositivo móvil inalámbrica;
- una pasarela de Ethernet;
- un dispositivo informático conectado con la LAN;
- 60 un dispositivo HomePlug;
- un dispositivo de banda ancha a través de línea de alimentación (BPL) de acceso compatible con las normas IEEE P1901;
- un dispositivo periférico de ordenador conectado a Ethernet;
- un encaminador conectado a Ethernet;
- 65 un puente inalámbrico conectado a Ethernet;
- un puente de red conectado a Ethernet; y

un conmutador de red conectado a Ethernet.

7. El sistema de la reivindicación 1, en donde un flujo de paquetes de datos a través del sistema es gestionado por el coordinador de tráfico del sistema de tal modo que un primer subconjunto del flujo se encamina a través de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN y un segundo subconjunto del flujo se encamina a través de la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN;

en donde, opcionalmente, el flujo de paquetes de datos a través del sistema gestionado por el coordinador de tráfico comprende gestionar el flujo de paquetes de datos mediante la adjudicación de ranuras de tiempo de la primera o la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN respectiva para portar el primer o el segundo subconjunto respectivo del flujo, y/o cada primer o segundo subconjunto respectivo del flujo de paquetes de datos es asignado por el coordinador de tráfico del sistema para ser atendido por una de la primera o la segunda conexiones de enlace de retroceso de WAN en función de:

tráfico asociado con una aplicación;
tráfico asociado con una interfaz;
tráfico asociado con una designación de servicio; y
tráfico asociado con una etiqueta, flujo o nivel de calidad de servicio (QoS).

8. El sistema de la reivindicación 1:

en donde la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas con el sistema están o bien:

(a) multiplexadas en frecuencia, estando cada una de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas asociadas con bandas de frecuencia separadas gestionadas por el sistema, y el sistema proporciona una conexión de enlace de retroceso de WAN agregada a través de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas a las primeras y las segundas conexiones de enlace de retroceso de WAN respectivas usando las bandas de frecuencia gestionadas por el sistema; o bien

(b) multiplexadas en tiempo, estando cada una de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas asociadas con ranuras de tiempo no solapadas gestionadas por el sistema, y el sistema proporciona una conexión de enlace de retroceso de WAN agregada a través de la primera y la segunda interfaces de comunicaciones inalámbricas a las primeras y las segundas conexiones de enlace de retroceso de WAN respectivas usando las ranuras de tiempo no solapadas gestionadas por el sistema, en donde, opcionalmente, gestionar el flujo de paquetes de tal modo que el primer subconjunto del flujo se encamina a través de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN y un segundo subconjunto del flujo se encamina a través de la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN comprende:

asignar el primer subconjunto del flujo a unas ranuras de tiempo portadas por la primera conexión de enlace de retroceso de WAN; y
asignar el segundo subconjunto del flujo a unas ranuras de tiempo portadas por la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN.

9. El sistema de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

una tercera, una cuarta y/o una quinta interfaz de comunicaciones inalámbricas con un tercer, cuarto y/o quinto nodo de comunicaciones inalámbricas correspondiente, teniendo el tercer, cuarto y/o quinto nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una tercera, cuarta y/o quinta conexión de enlace de retroceso de WAN correspondiente distinta de la primera y la segunda conexiones de enlace de retroceso de WAN; y
en donde el sistema comprende adicionalmente un módulo de evaluación de enlace de retroceso para:

(a) medir el rendimiento de la conectividad a través de todas las interfaces de comunicaciones inalámbricas disponibles con la primera, la segunda, la tercera, la cuarta y/ o la quinta conexiones de enlace de retroceso de WAN respectivas, y
(b) seleccionar dos o más de las conexiones de enlace de retroceso de WAN disponibles para atender el flujo de paquetes de datos.

10. El sistema de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

un módulo de evaluación de enlace de retroceso para:

(a) medir el rendimiento de la conectividad a través de todas las interfaces de comunicaciones inalámbricas disponibles, y
(b) seleccionar dos o más de las interfaces de comunicaciones inalámbricas disponibles para atender el flujo de paquetes de datos en función de:

una preferencia de tipo de conexión de enlace de retroceso de WAN asociada con las interfaces de comunicaciones inalámbricas evaluadas;

número de saltos de nodo entre el sistema y la conexión de enlace de retroceso de WAN de servicio;
intensidad de señal evaluada de la interfaz de comunicaciones inalámbricas evaluada;
congestión de tráfico evaluada en la interfaz de comunicaciones inalámbricas evaluada, en la interfaz de
enlace de retroceso de WAN correspondiente, o ambas; y
la capacidad disponible evaluada en la interfaz de comunicaciones inalámbricas evaluada, en la interfaz
de enlace de retroceso de WAN correspondiente, o ambas, comprendiendo adicionalmente el sistema,
opcionalmente, unos medios para comunicarse con y controlar el enlace de retroceso de WAN a partir del
sistema.

11. Un método que comprende:

establecer (305) una o más interfaces de comunicaciones inalámbricas con un primer nodo de comunicaciones
inalámbricas, teniendo el primer nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una primera conexión de enlace
de retroceso de red de área extensa (WAN);
establecer (310) una o más interfaces de comunicaciones inalámbricas con un segundo nodo de comunicaciones
inalámbricas, teniendo el segundo nodo de comunicaciones inalámbricas acceso a una segunda conexión de
enlace de retroceso de WAN distinta de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN;
emitir instrucciones para configuración y asignación de recursos en las interfaces de comunicaciones
inalámbricas; recoger y analizar (320) información acerca de tráfico y un entorno de radio a partir de una
pluralidad de elementos de red o sistemas de gestión; y
controlar (325) el establecimiento y la continuación de conexiones de la primera y la segunda interfaces de
comunicaciones inalámbricas con conexiones de WAN y conexiones de enlace de retroceso de WAN basándose
en la información recogida y los análisis.

12. El método de la reivindicación 11:

en donde el flujo de paquetes de datos se gestiona de tal modo que un primer subconjunto del flujo se transmite a
través de la primera conexión de enlace de retroceso de WAN y un segundo subconjunto del flujo se transmite a
través de la segunda conexión de enlace de retroceso de WAN; y, opcionalmente, en donde se emiten órdenes para
proporcionar instrucciones de programación y encaminamiento para las conexiones de WAN y las conexiones de
enlace de retroceso de WAN.

13. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:

optimizar el flujo de paquetes de datos a través de las primeras y las segundas conexiones de enlace de retroceso
de WAN respectivas de acuerdo con un algoritmo de programación, un algoritmo de equilibrado de cargas, o ambos.

14. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:

emitir instrucciones de configuración al primer nodo de comunicaciones inalámbricas o el segundo nodo de
comunicaciones inalámbricas, o ambos, para implementar parámetros de configuración en el cumplimiento de una
estrategia de programación y equilibrado de cargas determinada.

15. El método de la reivindicación 14, en donde las instrucciones de configuración se basan, al menos en parte, en
una o más métricas de rendimiento recuperadas del primer nodo de comunicaciones inalámbricas o el segundo nodo
de comunicaciones inalámbricas, o ambos.

16. El método de la reivindicación 14, en donde emitir las instrucciones de configuración comprende realizar una o
más iteraciones, comprendiendo cada iteración al menos:

- (a) recuperar una o más métricas de rendimiento del primer nodo de comunicaciones inalámbricas o el segundo
nodo de comunicaciones inalámbricas, o ambos;
- (b) evaluar las métricas de rendimiento recuperadas;
- (c) determinar parámetros de configuración actualizados en el cumplimiento de una estrategia de programación y
equilibrado de cargas actualizada; y
- (d) emitir instrucciones de configuración actualizadas al primer nodo de comunicaciones inalámbricas o el
segundo nodo de comunicaciones inalámbricas, o ambos, para implementar los parámetros de configuración
actualizados,

en donde, opcionalmente, cada una de la pluralidad de iteraciones incluye adicionalmente una evaluación de datos
de tráfico histórico.

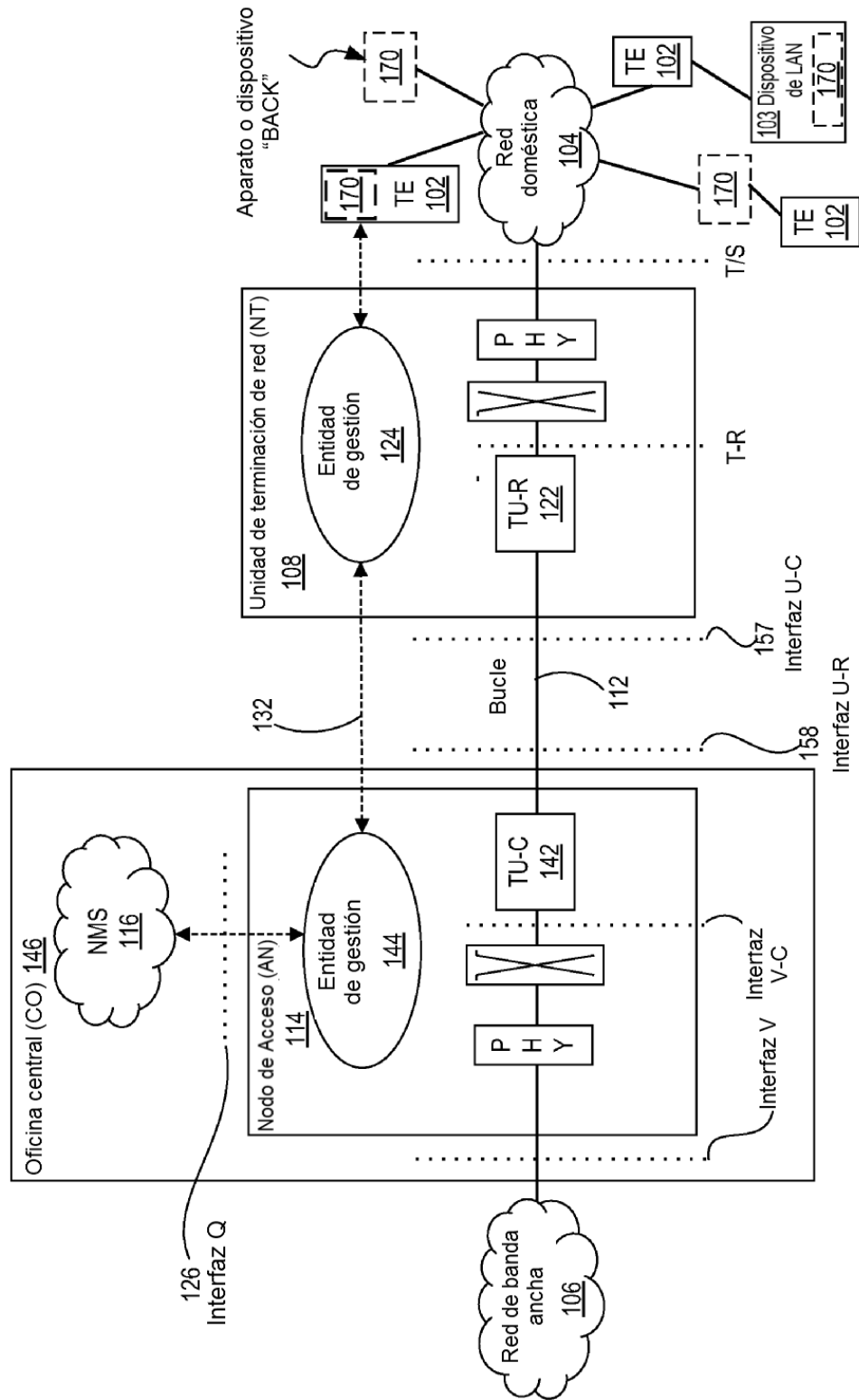
17. El método de la reivindicación 11, en donde emitir las instrucciones de configuración comprende una evaluación
basándose en uno o más de:

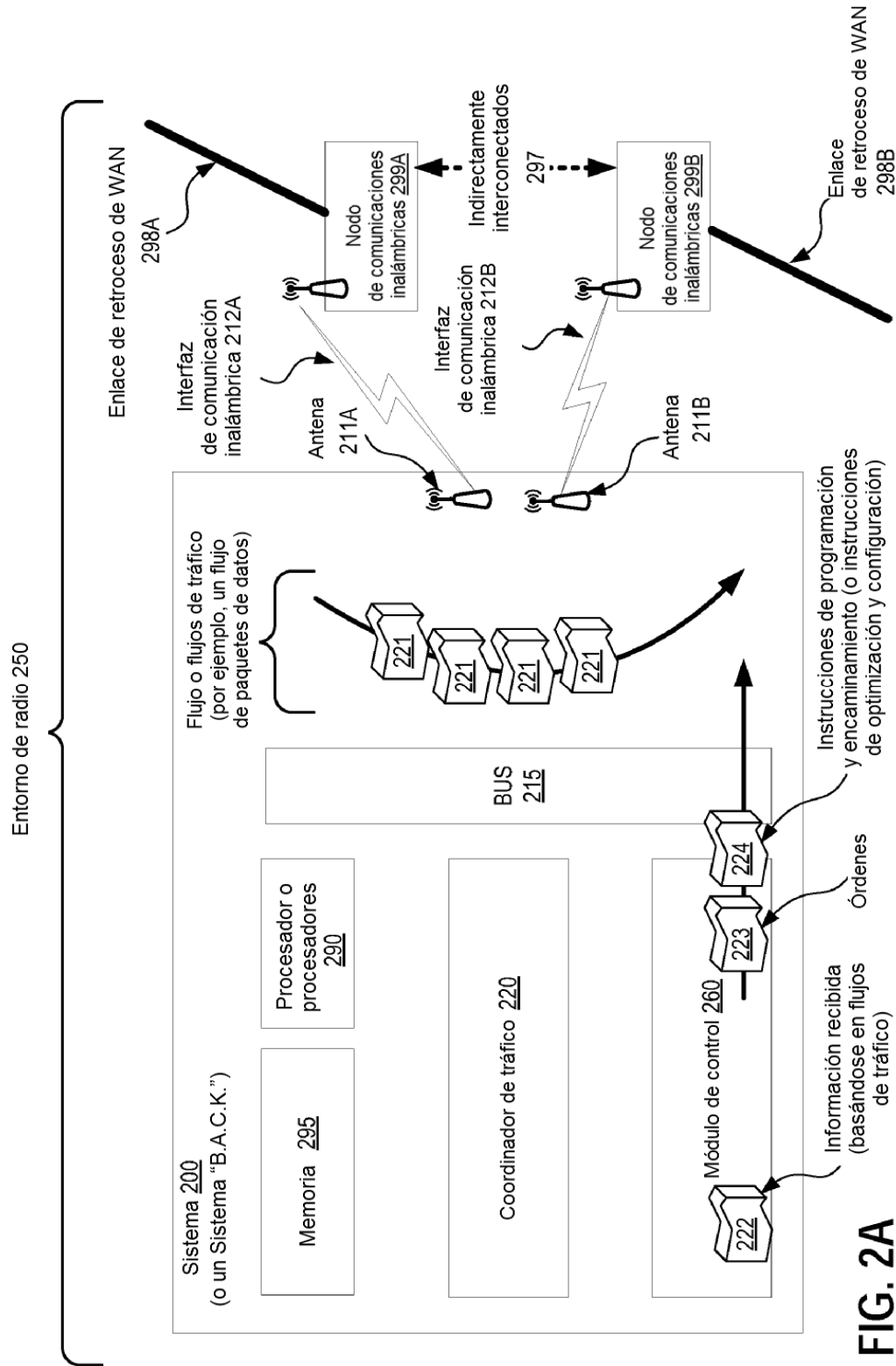
- parámetros de sintonía de rendimiento disponibles;
- datos de tráfico histórico disponibles;
- datos de rendimiento de enlace de radio históricos disponibles dentro de un mapa con reconocimiento de
ubicación geográfica;

- datos de rendimiento y de triangulación disponibles dentro del mapa con reconocimiento de ubicación geográfica;
parámetros de calidad de servicio (QoS) disponibles;
información disponible acerca de la topología de red inalámbrica subyacente;
información disponible acerca de interferencia en la red inalámbrica;
5 sesgo hacia uno o más objetivos de fiabilidad; y
recompensas e incentivos disponibles para dispositivos que participan en una conexión de enlace de retroceso de WAN agregada.
- 10 18. El método de la reivindicación 11, en donde emitir las instrucciones de configuración comprende asignar un ancho de banda aumentado para el flujo de paquetes de datos dentro de una conexión de enlace de retroceso de WAN agregada basándose en que un usuario permita una interfaz de comunicaciones inalámbricas con un nodo de comunicaciones inalámbricas que tiene acceso a una conexión de enlace de retroceso de WAN.
- 15 19. Un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando son ejecutadas por un procesador, las instrucciones dan lugar a que el procesador realice un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 18.

FIG. 1A

100





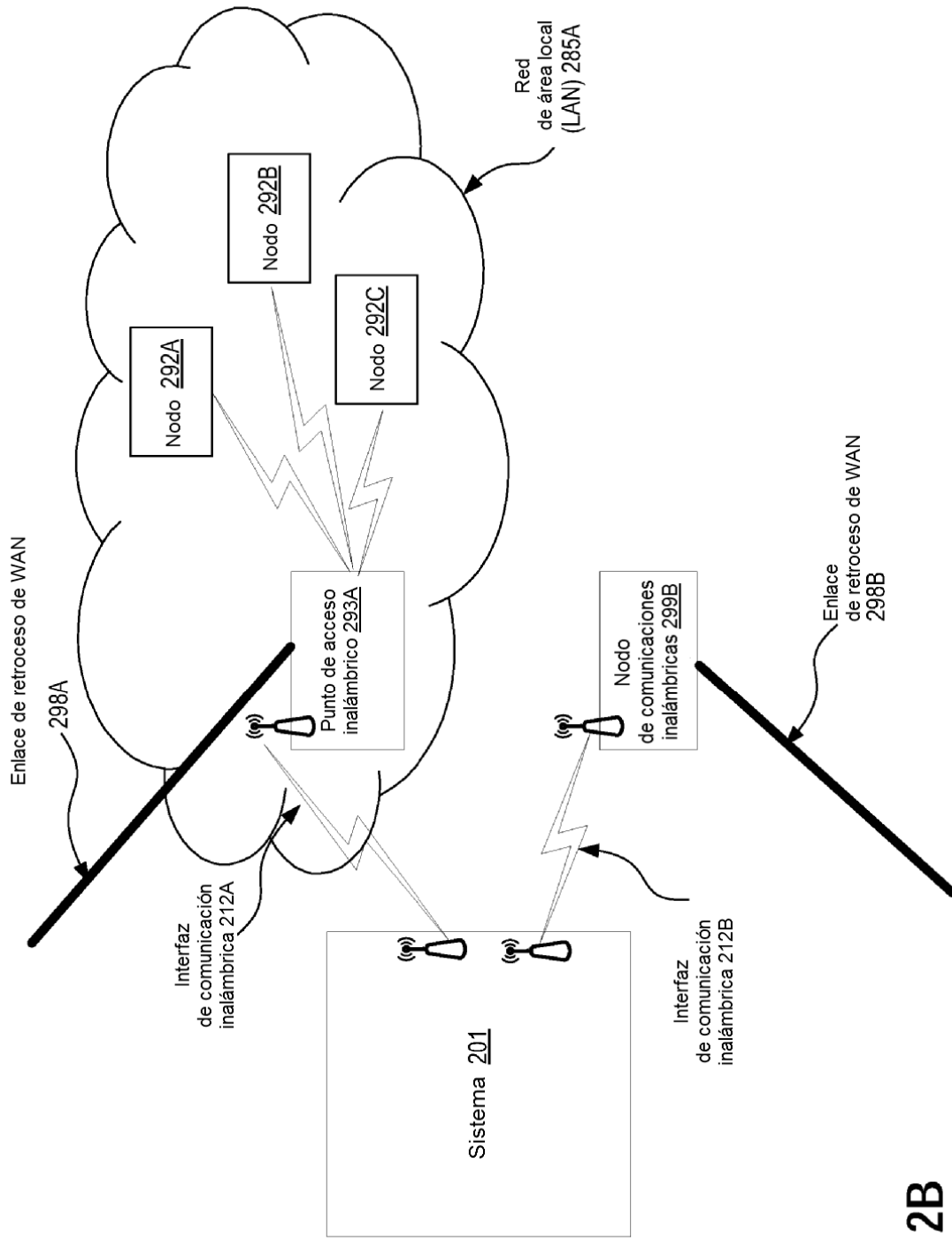


FIG. 2B

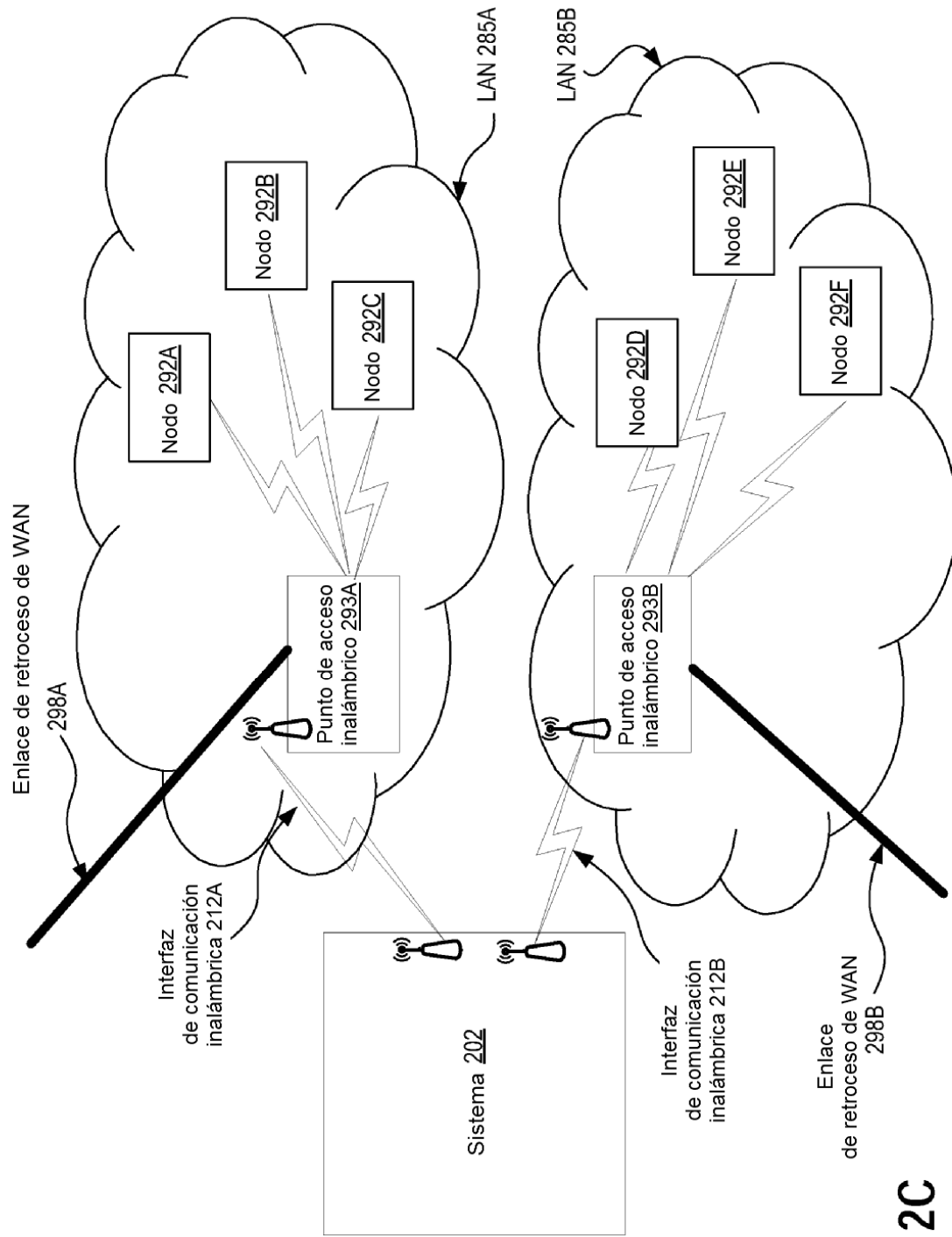


FIG. 2C

FIG. 2D

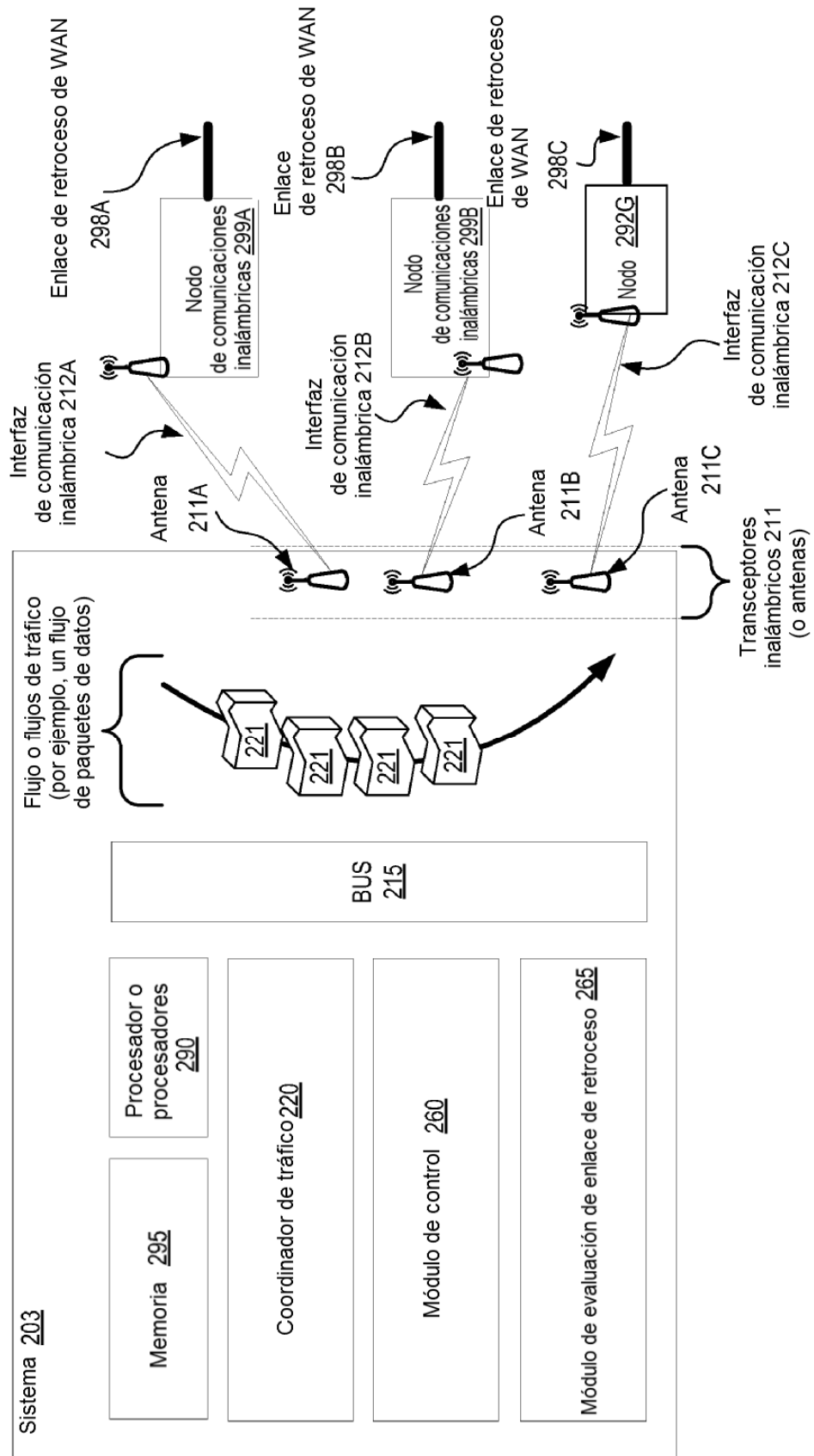


FIG. 3A

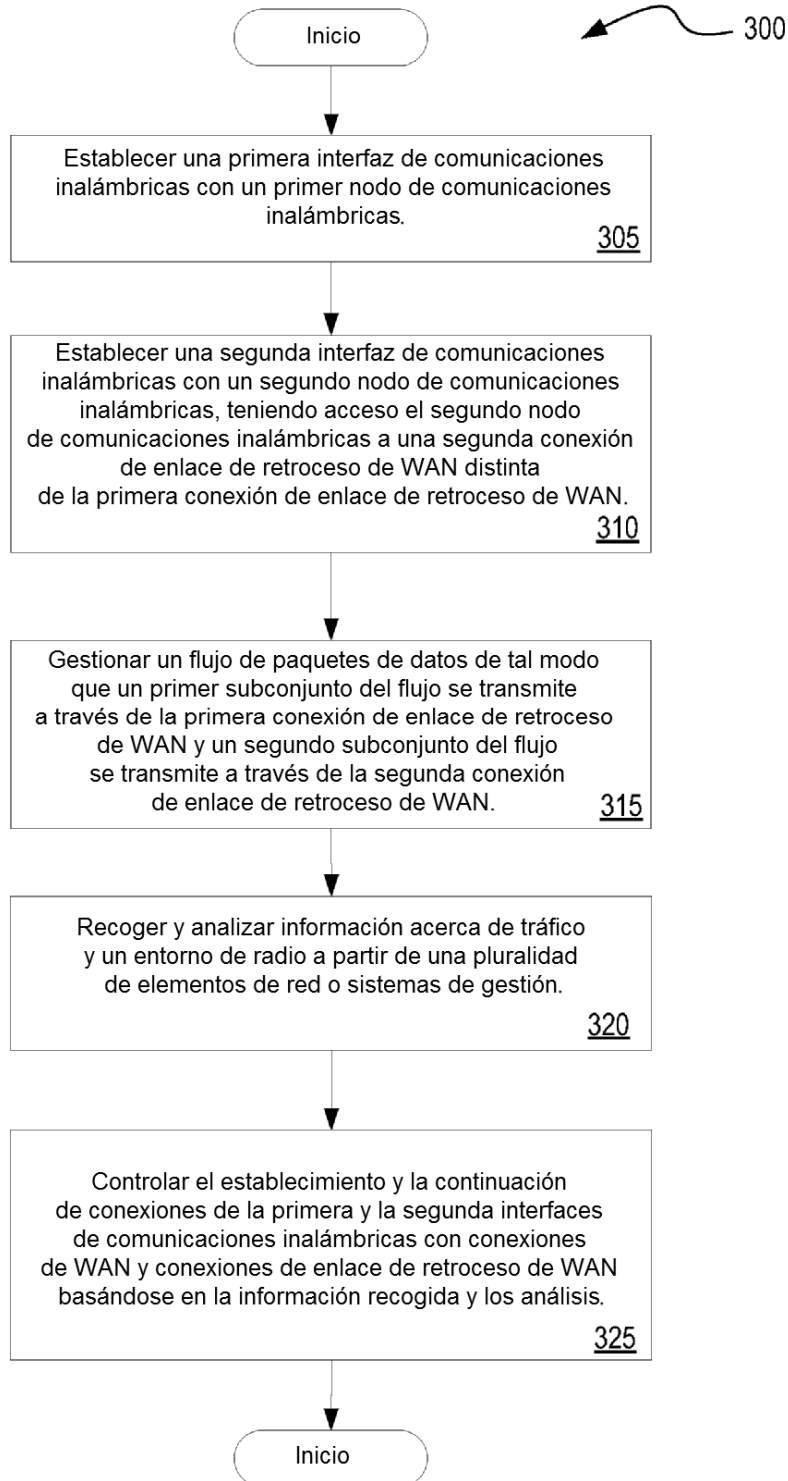


FIG. 3B

301

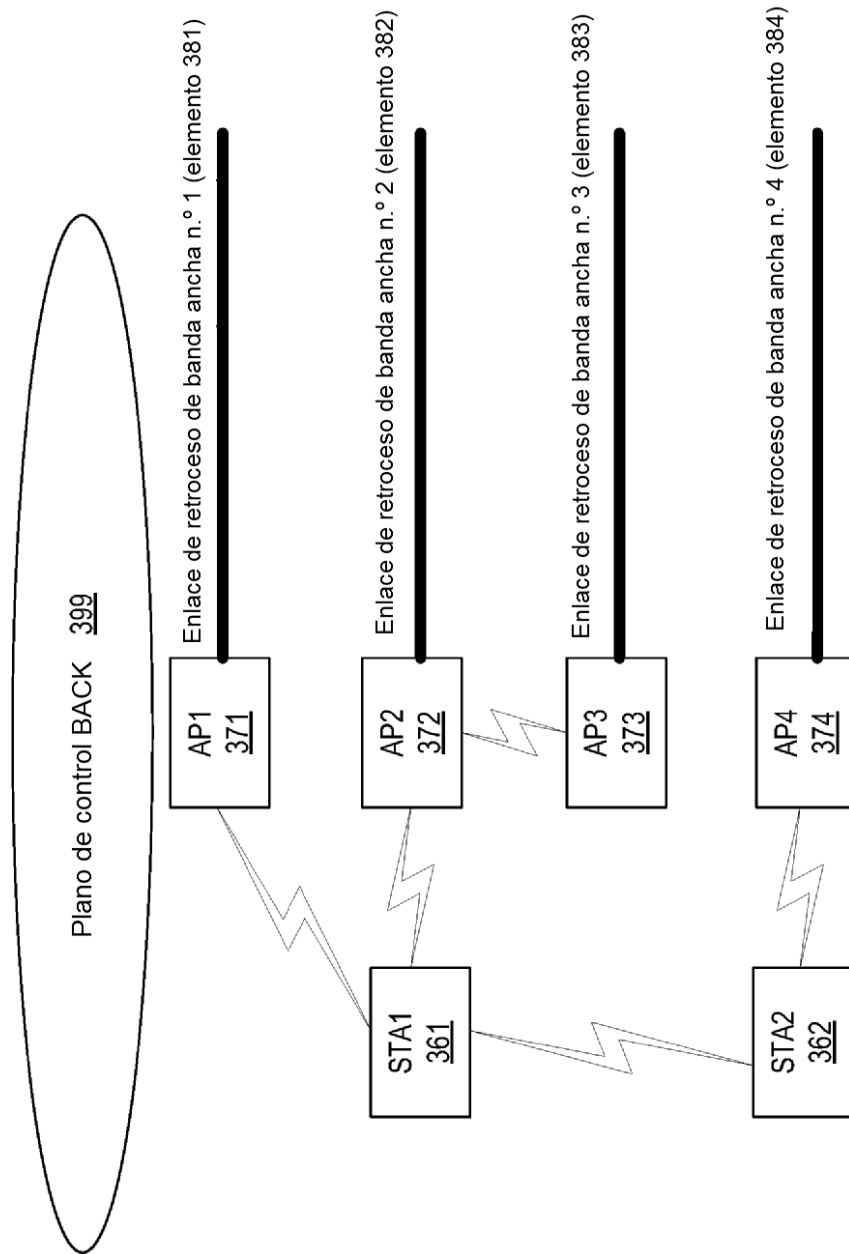


FIG. 3C

302

