

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 921 374**

51 Int. Cl.:

H04W 40/02 (2009.01)

H04W 40/12 (2009.01)

H04W 40/24 (2009.01)

H04W 40/16 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2019 E 19207175 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2022 EP 3648510**

54 Título: **Puente de radio múltiple reconfigurable**

30 Prioridad:

05.11.2018 US 201862756008 P

31.10.2019 US 201916671149

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

24.08.2022

73 Titular/es:

**SEMICONDUCTOR COMPONENTS INDUSTRIES,
LLC (100.0%)**

**5005 East McDowell Road
Phoenix, AZ 85008, US**

72 Inventor/es:

**DASH, DEBASHIS;
DEGHAN-FARD, HOSSEIN;
DUXBURY, SIMON y
HO, WANJUI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 921 374 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

Puente de radio múltiple reconfigurable

5 CAMPO

Las implementaciones comentadas en el presente documento se refieren a un puente de radio múltiple reconfigurable.

ANTECEDENTES

10 A menos que se indique lo contrario en este documento, los materiales descritos en este documento no son estado de la técnica con respecto a las reivindicaciones de la presente solicitud y no se admite que sean estado de la técnica por su inclusión en esta sección.

15 Las redes domésticas, de oficina, de estadio y al aire libre, también conocidas como redes de área local inalámbricas (WLAN), se establecen usando un dispositivo denominado punto de acceso inalámbrico (WAP). El WAP puede incluir un enrutador. El WAP acopla de forma inalámbrica todos los dispositivos de la red local, por ejemplo estaciones inalámbricas tales como: ordenadores, impresoras, televisores, reproductores de vídeo digital (DVD), cámaras de seguridad y detectores de humo entre sí y con el cable o la línea de abonado a través de la cual se suministra Internet, vídeo y televisión a la red local. La mayoría de los WAP implementan la norma IEEE 802.11, 20 que es una norma basada en contención para gestionar comunicaciones entre múltiples dispositivos que compiten por un medio de comunicación inalámbrico compartido en uno seleccionado de una pluralidad de canales de comunicación. El intervalo de frecuencia de cada canal de comunicación se especifica en el correspondiente de los protocolos de IEEE 802.11 que se están implementando, por ejemplo "a", "b", "g", "n", "ac", "ad", "ax". Las comunicaciones siguen un modelo de buje y radio con un WAP en el buje y correspondiendo los radios a los enlaces 25 inalámbricos a cada dispositivo "cliente".

Después de la selección de un(os) canal(es) de comunicación para la red local asociada, el acceso al/a los canal(es) de comunicación compartido(s) se basa en una metodología de acceso múltiple identificada como acceso múltiple con detección de colisión (CSMA). CSMA es una metodología de acceso aleatorio distribuido para compartir un 30 único medio de comunicación, haciendo que un enlace de comunicación contendiente retroceda y vuelva a intentar acceder si se detecta una posible colisión en el medio inalámbrico, es decir, si el medio inalámbrico está en uso.

Los WAP se conectan a una red principal o troncal a través de una red o enlace de retorno. Algunos enlaces de 35 retorno están cableados. Cuando cambia la tecnología de retorno, puede tener que cambiarse el hardware de los WAP que se conectan a enlaces de retorno cableados, lo cual puede aumentar los costes y/o el tiempo de inactividad en una red. Los dispositivos de red tradicionales no logran gestionar de manera eficaz las comunicaciones de LAN para estaciones inalámbricas con múltiples rutas de conexión.

40 El documento US 2014/269691 A1 da a conocer un método de selección de ruta en el que se recibe un paquete entrante en un primer dispositivo híbrido. Se determina un dispositivo de destino basándose en una dirección de destino en el paquete entrante. Se calculan las capacidades de ruta para rutas a través de una red híbrida. Se selecciona una de la pluralidad de rutas basándose, al menos en parte, en las capacidades de ruta calculadas.

SUMARIO

45 El objetivo de la invención es proporcionar un método de envío de paquetes, un puente de radio múltiple reconfigurable y un sistema de puente de radio múltiple reconfigurable que pueda gestionar eficazmente las comunicaciones inalámbricas para estaciones inalámbricas con múltiples rutas de conexión.

Este objetivo se logra mediante las características de las reivindicaciones independientes.

50 Un método tiene las características de la reivindicación 1. Comprende descubrir una topología de una red que incluye una primera estación inalámbrica (STA), una segunda STA y un punto de acceso (AP); evaluar una métrica para cada una de al menos dos rutas descubiertas en la topología; recibir un primer paquete que identifica la primera STA como un destino previsto del primer paquete; seleccionar una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual 55 enviar el primer paquete basándose en la métrica, llegando cada una de las al menos dos rutas a la primera STA; enviar el primer paquete desde un puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA, y coordinar con el AP para efectuar la transmisión simultánea de: el primer paquete desde el AP directamente a la primera STA a través de un primer canal incluido en la ruta seleccionada; una señal de anulación desde el AP directamente a la segunda STA a través de un segundo canal; y un segundo paquete desde el puente 60 de radio múltiple reconfigurable directamente a la segunda STA a través de un tercer canal.

Un puente de radio múltiple reconfigurable tiene las características de la reivindicación 10. Comprende una primera radio reconfigurable que comprende un primer canal de transmisión/recepción (TX/RX) y un segundo canal de TX/RX, en el que la primera radio reconfigurable está configurada para transmitir y recibir datos de forma selectiva 65 en el primer canal de TX/RX o en el segundo canal de TX/RX; y una segunda radio reconfigurable que comprende un tercer canal de TX/RX y un cuarto canal de TX/RX, en el que la segunda radio reconfigurable está configurada

para transmitir y recibir datos de forma selectiva en el tercer canal de TX/RX o el cuarto canal de TX/RX, en el que para transmitir y recibir datos de forma selectiva, la primera radio reconfigurable y la segunda radio reconfigurable están configuradas para: descubrir una topología de la red que incluye una primera estación inalámbrica (STA), una segunda STA y un punto de acceso (AP); evaluar una métrica para cada una de al menos dos rutas descubiertas en la topología; recibir un primer paquete que identifica la primera STA como un destino previsto del primer paquete; seleccionar una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el primer paquete basándose en la métrica, llegando cada una de las al menos dos rutas a la STA; enviar el primer paquete a través de la ruta seleccionada hacia la STA, y coordinar con el AP para efectuar la transmisión simultánea de: el primer paquete desde el AP directamente a la primera STA a través de un primer canal incluido en la ruta seleccionada; una señal de anulación desde el AP directamente a la segunda STA a través de un segundo canal; y un segundo paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la segunda STA a través de un tercer canal.

Un medio legible por ordenador no transitorio que entra dentro de las reivindicaciones comprende instrucciones que, cuando se ejecutan por un procesador, descubren una topología de una red que incluye una o más estaciones inalámbricas (STA); evalúan una métrica para cada una de al menos dos rutas descubiertas en la topología; reciben un paquete que identifica una primera STA de las una o más STA como destino previsto del paquete; seleccionan una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el paquete basándose en la métrica, llegando cada una de las al menos dos rutas a la primera STA; y envían el paquete desde un puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA. La red incluye un punto de acceso y el puente de radio múltiple reconfigurable evalúa las métricas para cada una de las múltiples rutas, compara diferentes métricas y determina un enlace preferido basándose en una o más de las métricas o una agregación. Un método de ejemplo puede incluir determinar una duración total para enviar el paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable al AP y desde el AP a la primera STA, reservando una oportunidad de transmisión (TXOP) igual a la duración total. Luego, el envío del paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA se puede realizar enviando el paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable. Un sistema de puente de radio múltiple reconfigurable según la reivindicación 14 comprende: una red; una memoria; y un procesador acoplado operativamente a la memoria, en el que el procesador está configurado para: descubrir una topología de la red que incluye una primera estación inalámbrica (STA), una segunda STA y un punto de acceso (AP); evaluar una métrica para cada una de al menos dos rutas descubiertas en la topología; recibir un primer paquete que identifica la primera STA como destino previsto del primer paquete; seleccionar una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el primer paquete basándose en la métrica, llegando cada una de las al menos dos rutas a la primera STA; y enviar el primer paquete desde un puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA, y coordinar con el AP para permitir la transmisión simultánea de: el primer paquete desde el AP directamente a la primera STA a través de un primer canal incluido en el ruta seleccionada; una señal de anulación desde el AP directamente a la segunda STA a través de un segundo canal; y un segundo paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la segunda STA a través de un tercer canal.

Características y ventajas adicionales de la invención se expondrán en la siguiente descripción y en parte resultarán evidentes a partir de la descripción o pueden aprenderse mediante la puesta en práctica de la invención. Las características y ventajas de la invención pueden realizarse y obtenerse mediante los instrumentos y las combinaciones particularmente indicados en las reivindicaciones adjuntas. Estas y otras características de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas, o se pueden aprender mediante la puesta en práctica de la invención como se expone a continuación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá y explicará con mayor especificidad y detalle mediante el uso de los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 ilustra un entorno operativo de ejemplo en el que se puede implementar un puente de radio múltiple reconfigurable;
la figura 2 ilustra un ejemplo del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1;
la figura 3 es un diagrama de flujo de un ejemplo de método de control de transmisión adaptativo;
la figura 4 es un diagrama de flujo de otro ejemplo de método de control de transmisión adaptativo;
la figura 5 ilustra un primer ejemplo de caso de uso del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1;
la figura 6 ilustra un segundo ejemplo de caso de uso del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1;
las figuras 7A y 7B ilustran un tercer ejemplo de caso de uso del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1;
las figuras 8A y 8B ilustran un cuarto ejemplo de caso de uso del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1;
las figuras 9A y 9B ilustran un quinto ejemplo de caso de uso del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1;
las figuras 10A y 10B ilustran un sexto ejemplo de caso de uso del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1;
la figura 11 ilustra un séptimo ejemplo de caso de uso del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1;

la figura 12 ilustra un octavo ejemplo de caso de uso del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1; y

las figuras 13A y 13B ilustran un noveno ejemplo de caso de uso del puente de radio múltiple reconfigurable de la figura 1,

todos dispuestos de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ALGUNOS EJEMPLOS DE IMPLEMENTACIONES

Las implementaciones descritas en este documento incluyen un puente de radio múltiple reconfigurable que puede conectar una red de área local (LAN) con un punto de acceso (AP) u otro WAP al enlace de retorno y puede cambiar y/o seleccionar dinámicamente el método de transmisión, por ejemplo, selección de enlace, transmisión colaborativa, transmisión distribuida de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), compartición de vector de asignación de red (NAV) y/u otros, basándose en la detección automática de topología y/o métricas de estado como tráfico, carga, retardo, rendimiento y/o u otras métricas estatales. En estas y otras implementaciones, el controlador de puente de radio múltiple reconfigurable puede conectar en puente una red de retorno a un AP, puede servir como un AP para una o más estaciones inalámbricas (STA), puede ser un relé dedicado en la red de retorno y/o puede proporcionar otras características o funcionalidades como se describe en este documento.

Los enfoques de gestión de red tradicionales no logran gestionar de manera eficaz las comunicaciones de LAN para dispositivos de red con múltiples rutas de conexión cambiantes. Una LAN típica puede conectarse a un WAP fijo y dirigir el tráfico basándose en una topología fija o suposiciones de rutas por defecto. Sin embargo, los enfoques de gestión de LAN tradicionales no logran maximizar el enrutamiento de las comunicaciones de red teniendo en cuenta permutaciones de conexión cambiantes y en presencia de dispositivos que pueden cambiar funciones de manera adaptativa.

Con la creciente complejidad de las configuraciones de red y la variedad y el número de nodos en una red inalámbrica, existe una necesidad cada vez mayor de mejorar la gestión dinámica del tráfico que pueda coordinar de manera eficiente los servicios de comunicación con diferentes opciones de enrutamiento para el número de dispositivos. Los aspectos de ejemplos de implementaciones descritos aquí se refieren a sistemas y métodos para mejorar la gestión de la red con un controlador de puente múltiple que evalúa las opciones de enrutamiento para una LAN con una variedad de dispositivos de red.

En un ejemplo de aspecto de la presente descripción, un controlador de puente de radio múltiple selecciona de forma inteligente rutas o segmentos de red para comunicaciones con dispositivos de red de una LAN. El controlador de puente de radio múltiple puede configurar comunicaciones de red para utilizar diferentes dimensiones de un segmento de red seleccionado para una estación, como ruta de retransmisión, comportamiento de MU, anulación, gestión de canales, asignación de ancho de banda, etc. Por ejemplo, el controlador de puente de radio múltiple puede coordinar con dispositivos de red para enviar tráfico a una estación en una ruta seleccionada, así como en un canal seleccionado específicamente.

El controlador de puente de radio múltiple puede funcionar con varios dispositivos de administración de red con capacidades de enrutamiento de descarga, por ejemplo, nodos de malla, conmutadores, repetidores, extensores, etc. En un ejemplo de aspecto, el controlador de puente de radio múltiple gestiona la comunicación con una estación hacia y desde la conexión de retorno y/o dentro de la LAN mediante la identificación de múltiples rutas disponibles para la comunicación con la estación, la evaluación de métricas asociadas con cada ruta, la selección de una o más de las rutas basándose en las métricas y el reenrutamiento de paquetes de red a la estación a través de la ruta seleccionada. El controlador puede actualizar las rutas de comunicación y/o los enlaces para permitir que la estación evite un tipo de enlace, dar instrucciones a dispositivos de red con capacidades de enrutamiento de descarga, reconfigurar los recursos de la red (por ejemplo, almacenamiento en memoria intermedia, reserva de un canal, etc.).

En un ejemplo, la LAN puede incluir múltiples puntos de acceso (por ejemplo, pasarela, nodos de malla, repetidor, etc.) y una estación que puede conectarse a un punto de acceso directamente y/o a través de uno o más nodos intermedios. En un ejemplo, el controlador de puente de radio múltiple puede emplear precodificación y coordinar puntos de acceso para formar un transmisor MIMO distribuido. El controlador de puente de radio múltiple puede habilitar más opciones de comunicación al coordinar o configurar comportamiento de entrenamiento de un segmento de red seleccionado. El controlador de puente de radio múltiple permite la selección dinámica de rutas óptimas basándose en métricas para la estación, las rutas posibles y/u otras métricas agregadas de las comunicaciones de la red. Por ejemplo, el controlador de puente de radio múltiple puede basar su decisión en una combinación de información de estado de canal, calidad de enlace, tiempo de retardo, número de saltos, fluctuación y/u otras métricas. A medida que cambia el tráfico de la red, el comportamiento de la estación y/o el rendimiento de la LAN, el puente de radio múltiple vuelve a evaluar las métricas para determinar si seleccionar una ruta diferente para comunicarse con la estación.

En otro ejemplo de implementación, el controlador de puente de radio múltiple puede dirigir estaciones al enlace de retorno y evitar la conexión al WAP. En un ejemplo, una estación puede poder conectarse a WAP y la conexión de retorno en el que la conexión al enlace de retorno puede requerir una autorización específica, credenciales o cuenta

(por ejemplo, servicio celular). En este ejemplo, el controlador de puente de radio múltiple puede identificar capacidades de la estación, confirmar la autorización de retorno directo para la STA y determinar evitar o denegar la conexión de WAP para que la STA se conecte con el enlace de retorno. Por ejemplo, un controlador de puente de radio múltiple puede determinar enrutar una STA con credenciales de retorno para conectarse directamente con la red de retorno evitando o denegando la conexión de WAP basándose en intensidad de conexión de retorno, rendimiento de LAN, tipo de petición de STA, etc.

Además, el controlador de puente de radio múltiple puede mejorar el rendimiento de la LAN global y la gestión de errores. En un ejemplo de aspecto, el controlador de puente de radio múltiple se puede configurar para gestionar las comunicaciones con múltiples dispositivos de red para optimizar el rendimiento de la LAN. En un ejemplo, el controlador de puente de radio múltiple puede configurar rutas por defecto para ciertos tipos de dispositivos de red o tráfico, muestrear métricas de rendimiento de la red, evaluar las métricas y actualizar las rutas para optimizar los tipos de dispositivos de red, priorizar el tráfico, mejorar el rendimiento global, etc. Por ejemplo, una transmisión principal puede enviarse a través de una ruta, como desde un puente a un primer AP y luego a la estación, y el controlador de puente de radio múltiple puede dirigir retransmisiones para que se envíen a través de una ruta diferente, como desde un puente directamente a la estación o a través de un nodo intermedio diferente.

Además, el controlador de puente de radio múltiple puede seleccionar inteligentemente segmentos de red o rutas para comunicaciones con dispositivos de red con cálculos predictivos o factores desencadenantes (por ejemplo, heurística, umbrales, detección de errores, detección de intrusiones, etc.). En algunas implementaciones, el controlador de puente de radio múltiple se puede conectar operativamente a recursos de análisis y almacenamiento remotos.

En un ejemplo de implementación, el controlador de puente de radio múltiple funciona en una red inalámbrica fija que conecta múltiples ubicaciones de forma inalámbrica y gestiona comunicaciones con dispositivos de red con capacidad para uno o más tipos de conexión diferentes, como por cable, inalámbrica, celular, por láser, mmWave, Bluetooth, etc. En un ejemplo, una LAN residencial puede conectarse con un enlace de retorno de mmWave a una torre celular fija y el puente de radio múltiple funciona para controlar de manera inteligente las estaciones asociadas con la LAN residencial para optimizar el rendimiento de la comunicación de una estación en particular y/o la LAN. Por ejemplo, el controlador de puente de radio múltiple puede dirigir las comunicaciones inalámbricas a un dispositivo móvil a través de un nodo intermedio basándose en la proximidad, redirigir las comunicaciones inalámbricas directamente al dispositivo móvil basándose en el tráfico prioritario (por ejemplo, video de teleconferencia) y/o desconectar el dispositivo móvil de la LAN para habilitar la comunicación celular a medida que deja la cobertura de la LAN (por ejemplo, cuando aumenta la carga en la LAN).

En otro ejemplo de implementación, el controlador de puente de radio múltiple puede seleccionar inteligentemente segmentos de red o rutas para comunicaciones con dispositivos de red basándose en la clasificación o el marcado de enlaces. Por ejemplo, el controlador de puente de radio múltiple puede detectar un tipo de tráfico (por ejemplo, video en tiempo real, IoT perimetral, etc.) hacia o desde una STA, y clasificar o marcar la STA para un nivel de rendimiento o priorización (por ejemplo, alta calidad de servicio, planificado, etc.) y reconfigurar el enlace para la STA basándose en el tipo de tráfico y/o la priorización además de o independientemente de las métricas.

Ahora se hará referencia a los dibujos para describir varios aspectos de ejemplos de implementaciones de la invención. Debe entenderse que los dibujos son representaciones gráficas y esquemáticas de dichos ejemplos de implementaciones y no limitan la presente invención ni están necesariamente dibujados a escala.

La figura 1 ilustra un ejemplo de entorno 100 operativo en el que se puede implementar un puente 102 de radio múltiple reconfigurable ("puente 102"), dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. El entorno 100 incluye además una estación 104 base. El entorno 100 puede incluir además una LAN que incluye uno o más AP 106 y/o una o más STA 108, y/o el entorno puede incluir además uno o más de otros puentes 110 de radio múltiple reconfigurables ("puente 110").

La estación 104 base puede incluir generalmente un transceptor configurado para conectar de forma inalámbrica uno o más dispositivos, como los puentes 102, 110, el AP 106 y/o la STA 108, a una red, como una red principal y/o una red troncal. La estación 104 base puede proporcionar un enlace 112 de retorno a los otros dispositivos. La estación 104 base puede incluir una estación transceptora base (BTS), un eNodeB, un nodo B, una torre celular, como una supertorre celular, una macro torre celular o una micro torre celular, y/o la estación 104 base puede incluir otro hardware adecuado para conectar dispositivos inalámbricos a la red.

El puente 102 puede incluir una primera radio 102A reconfigurable y una segunda radio 102B reconfigurable. La primera radio 102A reconfigurable puede incluir dos o más canales de transmisión/recepción (TX/RX) diferentes. De manera similar, la segunda radio 102B reconfigurable puede incluir dos o más canales de TX/RX diferentes. Por tanto, el puente 102 puede incluir cuatro o más canales de TX/RX. La primera radio 102A reconfigurable y la segunda radio 102B reconfigurable pueden transmitir/recibir en las mismas o diferentes frecuencias portadoras. Por ejemplo, la primera radio 102A reconfigurable puede ser celular, mmWave, espacios de banda blanca de televisión, etc., y la segunda radio 102B reconfigurable puede ser de 2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz, etc. En otro ejemplo, la primera

radio 102A reconfigurable y la segunda radio 102B reconfigurable pueden funcionar ambas en la misma frecuencia portadora (por ejemplo, celular, mmWave, espacios de banda blanca de televisión, 2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz, etc.).

Cada uno de los canales de TX/RX puede estar dispuesto para comunicarse en cualquier frecuencia y/o banda de frecuencia deseada adecuada, pero en al menos una implementación está dispuesto para comunicarse utilizando ondas centimétricas (cm), ondas milimétricas (mm) o señales inalámbricas de frecuencia de microondas. Por ejemplo, cada uno de los canales de TX/RX del puente 102 puede funcionar en una banda de ondas de cm tal como la banda de 2,4 gigahercios (GHz), la banda de 5 GHz o la banda de 6 GHz; una banda de frecuencia de microondas como la banda de 28 GHz; o una banda de ondas de mm como la banda de 60 GHz. En una implementación, al menos uno de los canales de TX/RX de la primera radio 102A reconfigurable puede comunicarse en la banda de 6 GHz, la banda de 28 GHz o la banda de 60 GHz con la estación 104 base a través del enlace 112 de retorno. En una implementación, al menos uno de los canales de TX/RX de la segunda radio 102B reconfigurable puede comunicarse en la banda de 2,4 GHz o en la banda de 5 GHz con el AP 106 a través de un enlace 114, con la STA 108 a través de un enlace 116, y/o con el puente 110 a través de un enlace 118. Alternativa o adicionalmente, al menos uno de los canales de TX/RX de la segunda radio 102B reconfigurable puede comunicarse en la banda de 6 GHz, la banda de 28 GHz o la banda de 60 GHz con el puente 110 a través el enlace 118. Cada canal de TX/RX del puente 102 puede funcionar de acuerdo con una norma correspondiente, por ejemplo, cualquiera de las normas IEEE 802.11 u otras normas.

El puente 110 puede estar configurado de la misma manera que el puente 102 o de manera similar. El puente 110 se puede conectar a la red principal a través del enlace 118, el puente 102, el enlace 112 de retorno y la estación 104 base.

El AP 106 puede incluir una pasarela, un repetidor, un nodo de malla y/u otro punto de acceso adecuado para estaciones inalámbricas o dispositivos como la STA 108. El AP 106 puede conectarse a la red principal a través del enlace 116, el puente 102, el enlace 112 de retorno y la estación 104 base. En algunas implementaciones, el AP 106 puede conectarse además a la red principal a través del puente 110 y un enlace 120.

La STA 108 puede incluir generalmente cualquier dispositivo que tenga la capacidad de conectarse de forma inalámbrica al AP 106, el puente 102 y/o el puente 110, por ejemplo, de acuerdo con cualquiera de las normas 802.11 u otra norma inalámbrica adecuada. La STA 108 puede incluir un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, un ordenador de tipo tableta, un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un asistente digital personal (PDA), una televisión inteligente o cualquier otra estación inalámbrica adecuada. En un ejemplo de implementación, la STA 108 puede conectarse a la red principal a través de un enlace 122, el AP 106, el enlace 116, el puente 102, el enlace 112 de retorno y la estación 104 base. En otro ejemplo de implementación, la STA 108 puede conectarse a la red principal a través de un enlace 124, el puente 110, el enlace 118, el puente 102, el enlace 112 de retorno y la estación 104 base. En otro ejemplo de implementación, la STA 108 puede evitar el AP 106 y el puente 110 y puede conectarse a la red principal a través del enlace 114, el puente 102, el enlace 112 de retorno y la estación 104 base.

El puente 102 puede facilitar uno o más de una variedad de métodos de transmisión mencionados brevemente aquí seguidos por descripciones adicionales en otras partes, por ejemplo, con respecto a las figuras 5-13B. El puente 102 puede controlar los métodos de transmisión utilizando diferentes implementaciones, como el empleo de lógica añadida y/o incorporada como parte del dispositivo de red local de la LAN, por ejemplo, como se describe con respecto a las figuras 2-4. En algunos ejemplos, el puente 102 puede incluir un agente controlador de puente de radio múltiple de LAN local conectado operativamente con recursos de procesamiento virtuales o remotos (por ejemplo, informática en la nube) para realizar las operaciones descritas en este documento. Los ejemplos de aspectos de la presente descripción mejoran el rendimiento de la LAN, la eficiencia de la red, la cobertura de la señal y la gestión de errores con múltiples tipos diferentes de puntos de acceso y permutaciones de conexión cambiantes.

En una implementación, el puente 102 puede ser un AP para una o más STA, como la STA 108. El AP 106 puede estar completamente ausente en esta implementación o la STA 108 puede tener un mejor enlace con el puente 102 que con el AP 106. Una o más de otras STA pueden tener un enlace preferido al AP 106 que al puente 102 y pueden acceder directamente (por ejemplo, sin uno o más nodos intermedios) al AP 106 en lugar del puente 102, en el que el AP 106 a su vez accede la red principal a través, por ejemplo, del puente 102, el enlace 112 de retorno y la estación 104 base.

En otra implementación, la LAN puede incluir dos o más AP 106, como una pasarela y un repetidor, y una o más STA 108. Las STA 108 pueden conectarse al puente 102 directamente y/o a través de uno o ambos del repetidor y la pasarela. Basándose en una o más métricas para cada una de múltiples rutas a cada una de las STA 108, el tráfico (por ejemplo, paquetes) para cada STA 108 puede enviarse a la STA 108 correspondiente a través de una ruta óptima, por ejemplo, una ruta a la STA 108 correspondiente que tiene o da como resultado una mejor métrica o mejores métricas agregadas en comparación con otra ruta a la STA 108 correspondiente. La una o más métricas pueden incluir calidad de enlace, retardo, número de saltos, fluctuación y/u otras métricas. La(s) métrica(s) puede(n) cambiar a lo largo del tiempo y el tráfico puede conmutarse en consecuencia.

En otra implementación, la LAN puede incluir dos o más STA 108 en la que una primera STA 108 se conecta directamente al puente 102 y una segunda STA 108 se conecta directamente al AP 106. Uno o ambos del puente 102 y el AP 106 pueden proporcionar anulación de interferencias activa para la transmisión simultánea de diferentes paquetes desde el puente 102 a la primera STA 108 y desde el AP 106 a la segunda STA 108. Por ejemplo, el puente 102 y el AP 106 pueden coordinarse para efectuar la transmisión simultánea de un primer paquete desde el puente 102 a la primera STA 108, un segundo paquete desde el AP 106 a la segunda STA 108, y al menos una de: una señal de anulación desde el AP 106 a la primera STA 108 o una señal de anulación desde el puente 102 a la segunda STA 108.

En otra implementación, el puente 102 y el AP 106 pueden formar un transmisor MIMO distribuido para enviar tráfico a la STA 108. Por ejemplo, el puente 102 y el AP 106 pueden coordinarse para efectuar la transmisión simultánea de un paquete desde el AP 106 directamente a la STA 108 y desde el puente 102 directamente a la STA 108. En esta y otras implementaciones, el puente 102 y el AP 106 pueden utilizar precodificadores diferentes cuando funcionan de forma independiente que cuando se coordinan como un transmisor MIMO distribuido.

En una o más de las implementaciones anteriores, el tráfico puede transmitirse desde el puente 102 a la STA 108 directamente o a través del AP 106 en el que la ruta particular (por ejemplo, directa o a través del AP 106) puede depender, por ejemplo, de las condiciones del canal de cada una de las rutas. Alternativamente, se puede transmitir simultáneamente tráfico diferente con al menos una señal de anulación desde el puente 102 y el AP 106 a dos STA 108 y/o se puede transmitir tráfico a la STA 108 simultáneamente desde el puente 102 y el AP 106. En otra implementación, las transmisiones principales pueden enviarse a través de una ruta, como desde el puente 102 al AP 106 a la STA 108, mientras que cualquier retransmisión puede enviarse a través de otra ruta, como desde el puente 102 directamente a la STA 108.

En otra implementación, el puente 102 puede mejorar la cobertura para las STA 108 que se han asociado con el AP 106 en el pasado y pasan a ubicaciones con cobertura inadecuada desde el AP 106 que tienen cobertura adecuada desde el puente 102. En esta y otras implementaciones, el puente 102 puede replicar, periódicamente o en respuesta a un factor desencadenante, un conjunto de servicios básicos (BSS) del AP 106. Si se produce establecimiento de enlace, por ejemplo, si la STA 108 envía una petición de asociación al puente 102, el puente puede mantener el BSS y establecer un enlace directamente entre la STA 108 y el puente 102 para enviar tráfico a la STA 108 evitando el AP 106.

En otra implementación, el puente 102 puede extender el enlace 112 de retorno al puente 110. Por ejemplo, si el puente 110 queda oculto desde la estación 104 base o carece de otro modo de cobertura adecuada desde la estación 104 base, el puente 102 puede extender el enlace 112 de retorno al puente 110, en cuyo caso el enlace 118 puede denominarse enlace 118 de retransmisión de retorno. En esta implementación, la primera radio 102A reconfigurable y la segunda radio 102B reconfigurable pueden configurarse para funcionar en la misma frecuencia y/o banda de frecuencia. Alternativamente, el puente 102 puede reconfigurar adaptativamente por sí mismo, por ejemplo, la segunda radio 102B reconfigurable, para proporcionar selectivamente un enlace 118 de WAP al puente 110 y un enlace 118 de retransmisión de retorno al puente 110.

En las implementaciones anteriores y/o en otras, una determinación de cuál de múltiples métodos de transmisión particulares usar puede realizarse individualmente por el puente 102, individualmente por el AP 106 o conjuntamente por el puente 102 y el AP 106. Las determinaciones conjuntas pueden realizarse en el momento de la configuración y pueden incluir una toma de contacto en el momento de la configuración. De forma alternativa o adicional, las determinaciones conjuntas pueden especificar un factor desencadenante que, cuando se detecta, hace que el puente 102 y/o el AP 106 cambien o seleccionen de forma adaptativa el método de transmisión correspondiente.

Por ejemplo, el controlador de puente de radio múltiple puede tomar una determinación conjunta con un AP de malla. El AP de malla puede informar al puente de radio múltiple sobre las características del tráfico (por ejemplo, cantidad de tráfico, número de saltos, calidad del enlace, características del canal, etc.). El puente de radio múltiple puede realizar una inspección de paquetes para deducir una o más de las características del tráfico. En otro ejemplo que emplea un AP de malla, se pueden proporcionar características de tráfico más precisas al puente de radio múltiple de una manera más eficiente directamente a través del AP de malla en lugar de medir a partir de la inspección directa de paquetes. En respuesta a las características del tráfico del AP de malla, el puente de radio múltiple puede seleccionar el enrutamiento correcto del paquete.

La figura 2 ilustra un ejemplo del puente 102 de la figura 1, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. Como se ilustra, el puente 102 incluye la primera radio 102A reconfigurable y la segunda radio 102B reconfigurable y puede incluir además un controlador 202 de puente y una memoria 204 no volátil u otro medio de almacenamiento legible por ordenador.

La primera radio 102A reconfigurable puede incluir un primer canal 206A de TX/RX y un segundo canal 206B de TX/RX. La segunda radio 102B reconfigurable puede incluir de manera similar un primer canal 206C de TX/RX y un segundo canal 206D de TX/RX. Cada uno de los canales 206A, 206B, 206C, 206D de TX/RX (colectivamente, "canales 206 de TX/RX") puede estar configurado generalmente para transmitir datos y/o recibir datos de otros

nodos. El término nodo puede incluir de manera amplia cualquier nodo de comunicación inalámbrica, como una estación base, un AP, una STA, otro puente de radio múltiple reconfigurable u otro nodo con capacidad de comunicación inalámbrica.

Cada uno de los canales 206 de TX/RX puede incluir un circuito de banda base (BB), un circuito de radiofrecuencia (RF), un módulo frontal (FEM) y una antena o conjunto de antenas. Más detalladamente, el primer canal 206A de TX/RX de la primera radio 102A reconfigurable puede incluir un primer circuito 208A de BB, un primer circuito 210A de RF, un primer FEM 212A y una primera antena 214A. El segundo canal 206B de TX/RX de la primera radio 102A reconfigurable puede incluir el primer circuito 208A de BB, un segundo FEM 212B y una segunda antena 214B. El segundo canal 206B de TX/RX de la primera radio 102A reconfigurable puede incluir además el primer circuito 210A de RF o un segundo circuito 210B de RF.

De manera análoga, el primer canal 206C de TX/RX de la segunda radio 102B reconfigurable puede incluir un segundo circuito 208B de BB, un tercer circuito 210C de RF, un tercer FEM 212C y una tercera antena 214C. El segundo canal 206D de TX/RX de la segunda radio 102B reconfigurable puede incluir el segundo circuito 208B de BB, un cuarto FEM 212D y una cuarta antena 214D. El segundo canal 206D de TX/RX de la segunda radio 102B reconfigurable puede incluir además el tercer circuito 210C de RF o un cuarto circuito 210D de RF.

En la figura 2 se ilustra que cada una de las radios 102A, 102B reconfigurables primera y segunda incluye dos canales de TX/RX. Más generalmente, cada una de las radios 102A, 102B reconfigurables primera y segunda puede incluir dos o más canales de TX/RX.

La primera radio 102A reconfigurable está configurada para transmitir y recibir datos de forma selectiva en el primer canal 206A de TX/RX o el segundo canal 206B de TX/RX. Cada uno del primer canal 206A de TX/RX y el segundo canal 206B de TX/RX puede funcionar en una frecuencia y/o banda de frecuencia diferente del otro. Por ejemplo, el primer canal 206A de TX/RX se puede usar para un enlace de retorno, por ejemplo, en la banda de frecuencia de 28 GHz, mientras que el segundo canal 206B de TX/RX se puede usar para un enlace de WAP, por ejemplo, en la banda de frecuencia de 5 GHz.

De manera análoga, la segunda radio 102B reconfigurable está configurada para transmitir y recibir datos de forma selectiva en el primer canal 206C de TX/RX o el segundo canal 206D de TX/RX. Cada uno del primer canal 206C de TX/RX y el segundo canal 206D de TX/RX puede funcionar en una frecuencia y/o banda de frecuencia diferente del otro. Por ejemplo, el primer canal 206C de TX/RX se puede usar para un enlace de retorno, por ejemplo, en la banda de frecuencia de 28 GHz, mientras que el segundo canal 206D de TX/RX se puede usar para un enlace de WAP, por ejemplo, en la banda de frecuencia de 5 GHz.

Los canales 206A, 206B, 206C, 206D de TX/RX pueden denominarse colectivamente canales 206 de TX/RX. Los circuitos 208A, 208B de BB pueden denominarse colectivamente circuitos 208 de BB. Los circuitos 210A, 210B, 210C, 210D de RF pueden denominarse colectivamente circuitos 210 de RF. Los FEM 212A, 212B, 212C, 212D pueden denominarse colectivamente FEM 212. Las antenas 214A, 214B, 214C, 214D pueden denominarse colectivamente antenas 214.

En cada uno de los circuitos 208 de BB se pueden procesar comunicaciones inalámbricas transmitidas o recibidas desde cada nodo que se comunica con el puente 102. Cada uno de los circuitos 208 de BB puede soportar comunicaciones de uno y/o múltiples usuarios con los nodos. Cada uno de los circuitos 208 de BB puede incluir uno o más ecualizadores, uno o más controladores automáticos de ganancia, uno o más codificadores (por ejemplo, un codificador de corrección de errores hacia adelante (FEC)), uno o más decodificadores (por ejemplo, un decodificador de FEC), uno o más entrelazadores de bits, uno o más mapeadores de constelaciones, uno o más precodificadores, uno o más desentrelazadores de bits, uno o más desmapeadores de constelaciones y/u otros elementos de circuito adecuados.

Cada uno de los circuitos 210 de RF puede convertir de manera ascendente transmisiones inalámbricas iniciadas en el circuito 208 de BB correspondiente. Cada uno de los circuitos 210 de RF también puede convertir de manera descendente transmisiones entrantes recibidas en la antena 214 correspondiente y puede pasarlas para su posterior procesamiento al circuito 208 de BB correspondiente. Cada uno de los circuitos 210 de RF pueden incluir uno o más convertidores de analógico a digital (ADC), uno o más convertidores de digital a analógico (DAC), uno o más filtros de RF, uno o más convertidores ascendentes, uno o más convertidores descendentes y/u otros elementos de circuito adecuados.

Cada uno de los FEM 212 puede incluir uno o más elementos de circuito analógico para procesar transmisiones de RF salientes desde el circuito 210 de RF correspondiente o transmisiones de RF entrantes al circuito 210 de RF correspondiente. Cada FEM 212 puede incluir uno o más controladores de fase, uno o más controladores de RF, uno o más mezcladores, uno o más elementos de ganancia tales como uno o más amplificadores de bajo ruido (LNA) y/u otros elementos de circuito adecuados.

Cada una de las antenas 214 puede incluir una única antena con uno o más sectores, o múltiples antenas cada una

con uno o más sectores. Una o más de las antenas 214 pueden ser orientables.

En un ejemplo de implementación, el controlador 202 de puente puede mostrarse a modo de ejemplo por un circuito 216 de procesador que ejecuta código 204A de programa almacenado en la memoria 204 no volátil. El controlador 202 de puente puede estar configurado generalmente para controlar la configuración de cada una de las radios 102A, 102B reconfigurables primera y segunda y para cambiar o seleccionar adaptativamente un método de transmisión del puente 102. El controlador 202 de puente puede incluir un detector 202A, un recopilador 202B de métrica, un evaluador 202C y un selector/planificador 202D. La topología puede incluir, pero no se limita a, detección de segmentos de red dentro de la LAN, así como capacidades de conexión de estaciones independientes de la LAN. Por ejemplo, el detector 202A puede determinar características de radio y capacidades de transmisión de cada estación. En un ejemplo de implementación, el detector 202A puede determinar que un dispositivo informático móvil está conectado a la LAN a través de un cable de Ethernet, pero también tiene capacidades de Wi-Fi, Bluetooth, satélite, celular, etc. Por ejemplo, el detector 202A puede detectar capacidades de nodos a través de características de descubrimiento de protocolos, pedir capacidades de comunicación de informes de nodos y/o mantener un inventario de dispositivos asociados con la red. El detector 202A puede detectar que un nodo puede conectarse a la LAN simultáneamente con una conexión por cable e inalámbrica.

En un ejemplo de implementación, uno o más de los circuitos 210A-D de RF pueden convertir sus datos de frecuencia portadora y de BB en una frecuencia intermedia. Por ejemplo, los circuitos 210A-D de RF pueden convertirse para implementar filtros u otros componentes de RF más eficientes que el filtrado o actividades similares en la frecuencia portadora.

En un ejemplo de implementación, los ejemplos de circuitos 210A-D de RF pueden incluir un mezclador y un oscilador local para realizar un desplazamiento de frecuencia intermedio (no mostrado). Por ejemplo, dado que cuando cualquiera de las frecuencias implicadas en los circuitos 210A-D de RF están cerca unas de otras (por ejemplo, frecuencias lo suficientemente cerca como para provocar fugas de señal), el mezclador y el oscilador local pueden desplazar una o más de las frecuencias intermedias a otro intervalo (por ejemplo, una frecuencia simbiótica) para reducir o prevenir fugas. Por ejemplo, la conversión puede ocurrir dentro del circuito 210C de RF o un componente dedicado como el circuito 210D de RF. En un ejemplo, la entrada a los componentes de RF puede provenir de componentes de BB independientes. La RF también puede incluir unidades de blindaje adicionales para reducir aún más o evitar las fugas.

En un ejemplo en el que el circuito 210A de RF funciona a 5 GHz y el circuito 210C de RF funciona a 28 GHz con una frecuencia intermedia a 5 GHz, existe la posibilidad de fuga de señal entre el circuito 210A de RF y el circuito 210C de RF debido a la frecuencia común. El circuito 210C de RF puede desplazar la frecuencia intermedia de 5 GHz a 5,4 GHz para reducir o evitar la fuga con el circuito 210A de RF que funciona a 5 GHz.

La figura 3 es un diagrama de flujo de un ejemplo de método 300 de control de transmisión adaptativo, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. El método 300 puede implementarse, en su totalidad o en parte, por uno o más del puente 102, el puente 110 y/o el AP 106. De manera alternativa o adicional, la ejecución del controlador 202 de puente por parte del dispositivo 216 de procesador puede provocar que el dispositivo 216 de procesador realice o controle el rendimiento de una o más de las operaciones o bloques del método 300.

El método 300 puede incluir uno o más de los bloques 302, 304, 306, 308 y/o 310. Más detalladamente, el método 300 puede incluir recopilación de métricas en el bloque 302, detección de topología en el bloque 304, evaluación de métricas en el bloque 306, selección de configuración en el bloque 308 y planificación dinámica en el bloque 310. Un ejemplo de implementación del método 300 por parte del controlador 202 de puente se comentará con referencia combinada a las figuras 2 y 3.

Según un ejemplo de implementación, en el bloque 304 el detector 202A descubre una topología de una red que incluye una o más STA y/u otros nodos. El detector 202A, solo o junto con un AP en la red, puede usar la transmisión de datos regulares y la exploración para descubrir la topología de la red y/o puede descubrir la topología de la red de cualquier otra manera adecuada. El detector 202A puede detectar cambios en la topología de la red (por ejemplo, puntos de acceso añadidos o no disponibles). Por ejemplo, el detector 202A puede explorar periódicamente la red o repetir la exploración en respuesta a un mensaje de error.

En el bloque 302, el recopilador 202B de métricas puede recopilar una o más métricas de la red, lo que puede incluir recopilar una o más métricas para una o más rutas y/o nodos en la red. Las métricas pueden almacenarse en la memoria 204 no volátil o en un depósito remoto. Por ejemplo, las métricas pueden incluir, por ejemplo, información de estado de canal (CSI), indicador de intensidad de señal recibida (RSSI), otra medida de la calidad del enlace, retardo, número de saltos, fluctuación, esquema de modulación y codificación (MCS), nivel de evaluación de canal despejado (CCA), interferencia, rendimiento estimado, tiempo de transmisión, carga en el puente 102 y/o AP, prioridad de tráfico, congestión de ruta y/u otras métricas adecuadas.

Algunas métricas pueden cambiar a lo largo del tiempo y el recopilador 202B de métricas puede recopilar

periódicamente dichas métricas en el bloque 302 y actualizar las métricas 204B en la memoria 204 no volátil. Algunas métricas pueden ser estáticas o relativamente estáticas a lo largo del tiempo y pueden guardarse a más largo plazo localmente en el puente 102 y/o de manera remota. Es posible que las métricas estáticas o relativamente estáticas no se recopilen en absoluto, se recopilen con menos frecuencia que las métricas más variables o se recopilen en respuesta a un factor desencadenante (por ejemplo, umbral de rendimiento, cambio de dispositivo de red, gestión de errores, etc.). El recopilador 202B de métricas puede mantener además modelos de métricas, estadísticas agregadas y generar cálculos predictivos para soportar las funciones del controlador 202 de puente.

En el bloque 306, el evaluador 202C puede evaluar las métricas recopiladas en vista de la topología de red descubierta y determinar cuál de múltiples rutas y/o nodos tiene una mejor métrica o métricas en comparación con otras rutas y/o nodos. El evaluador 202C también puede iniciar el entrenamiento y/o puede asignar pesos de ruta a varias rutas basándose en las métricas evaluadas para determinar una ruta y/o nodo preferido. Para un ejemplo de estación, una ruta a través del punto de acceso más cercano puede tener una mejor métrica de retardo que un punto de acceso diferente, pero el evaluador 202C puede determinar una métrica de error más alta para ese ejemplo de estación con el punto de acceso más cercano y seleccionar y ponderar la ruta con el punto de acceso diferente según se prefiera. Las métricas y/o pesos de ruta pueden guardarse en tablas de consulta en la memoria 204 no volátil u otra ubicación.

En el bloque 308, el selector/planificador 202D puede seleccionar una ruta y/o método de transmisión particular para enviar tráfico a una STA correspondiente. El selector/planificador 202D también puede seleccionar el entrenamiento y/o la precodificación aplicables para la ruta y/o el método de transmisión seleccionados que pueden compartirse con otros nodos en la red, como con el AP. El selector/planificador 202D u otra parte del controlador 202 de puente puede llenar periódicamente las tablas de consulta con valores apropiados correspondientes a la ruta, el método de transmisión, el entrenamiento y/o la precodificación seleccionados. La ruta, el método de transmisión, el entrenamiento y/o la precodificación seleccionados pueden ser fijos o adaptativos (por ejemplo, en respuesta a métricas y/o topología cambiantes).

En el bloque 310, el selector/planificador 202D puede planificar paquetes para la entrega a la STA a través de la ruta seleccionada y/o usando el método de transmisión seleccionado. Si el puente 102 funciona de forma adaptativa, el selector/planificador 202 puede conmutar tráfico de forma adaptativa o dinámica (por ejemplo, a una ruta diferente y/o a un método de transmisión diferente) en respuesta a métricas y/o topología cambiantes.

Un experto en la técnica apreciará que, para este y otros procedimientos y métodos descritos en el presente documento, las funciones realizadas en los procedimientos y métodos pueden implementarse en diferente orden. Además, las etapas y operaciones descritas sólo se proporcionan como ejemplos, y algunas de las etapas y operaciones pueden ser opcionales, combinarse para dar menos etapas y operaciones, o ampliados para dar etapas y operaciones adicionales alejarse de la esencia de las implementaciones divulgadas.

La figura 4 es un diagrama de flujo de otro ejemplo de método 400 de control de transmisión adaptativo, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. El método 400 puede implementarse, en su totalidad o en parte, por uno o más del puente 102, el puente 110 y/o el AP 106. Alternativa o adicionalmente, la ejecución del controlador 202 de puente por el dispositivo 216 de procesador puede provocar que el dispositivo 216 de procesador realice o controle el rendimiento de una o más de las operaciones o bloques del método 400.

En el bloque 402, el método 400 puede incluir descubrir una topología de una red que incluye una o más STA y/u otros nodos. Por ejemplo, la red también puede incluir uno o más AP, otro puente de radio múltiple reconfigurable y/u otros nodos.

En el bloque 404, el método 400 puede incluir evaluar una métrica para cada uno de al menos dos nodos y/o rutas descubiertos en la topología.

En el bloque 406, el método 400 puede incluir recibir un paquete que identifica una primera STA de una o más STA como destino previsto del paquete.

En el bloque 408, el método 400 puede incluir seleccionar una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el paquete basándose en la métrica, llegando cada una de las al menos dos rutas a la primera STA.

En el bloque 410, el método 400 puede incluir enviar el paquete desde un puente de radio múltiple reconfigurable, como el puente 102 de las figuras 1 y 2, a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA.

En una implementación, el paquete puede recibirse en una primera banda de frecuencia a través de una primera radio reconfigurable del puente de radio múltiple reconfigurable. De forma alternativa o adicional, el paquete puede enviarse en una segunda banda de frecuencia a través de una segunda radio reconfigurable del puente de radio múltiple reconfigurable. Las bandas de frecuencia primera y segunda pueden ser iguales o diferentes.

En una implementación, el método 400 puede incluir realizar un desplazamiento de frecuencia intermedia en el que

la recepción incluye convertir una frecuencia portadora en una frecuencia intermedia y el envío incluye convertir una señal de banda base en una frecuencia intermedia. Dado que el puente de radio múltiple reconfigurable puede tener múltiples radios que funcionan a frecuencias cerca unas de otras que pueden provocar fugas de señal, el puente de radio múltiple reconfigurable puede desplazar las frecuencias intermedias a otro intervalo para reducir o evitar la fuga de señal entre las múltiples radios.

La figura 5 ilustra un primer ejemplo de caso de uso del puente 102 de la figura 1, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. La figura 5 ilustra el puente 102 y una LAN 500 en una casa, edificio u otra ubicación 502. La LAN 500 puede incluir el AP 106, una primera STA 108A, una segunda STA 108B y una tercera STA 108C. En la figura 5 y las figuras posteriores, las radios 102A, 102B reconfigurables primera y segunda del puente 102 están marcadas, respectivamente, como R_1 y R_2 . En la figura 5 y las figuras posteriores, la primera radio reconfigurable R_1 del puente 102 o de otros puentes de radio múltiple reconfigurables en este documento pueden conectarse a una estación base y/o enlace de retorno (véase el enlace 112 de retorno en la figura 1) o relé de retorno, mientras que la segunda radio reconfigurable R_2 puede conectarse a una LAN (por ejemplo, la LAN 500 en la figura 5), un AP, una STA, otro puente u otra red o nodo.

En la figura 5, la primera STA 108A y la segunda STA 108B pueden tener un mejor enlace directo con el AP 106 que con el puente 102. En comparación, la tercera STA 108C puede tener un mejor enlace directo con el puente 102 que con el AP 106. En consecuencia, el tráfico a la primera STA 108A y la segunda STA 108B se puede enrutar a través del AP 106 en lugar de directamente desde el puente 102 a la primera STA 108A y la segunda STA 108B, mientras que el tráfico a la tercera STA 108C se puede enrutar directamente desde el puente 102 a la tercera STA 108C. Si las diversas calidades de enlace cambian debido al movimiento de las STA 108A, 108B, 108C o por otras razones, el puente 102 y/o el AP 106 pueden ajustar de manera adaptativa las rutas de tráfico a las STA 108A, 108B, 108C afectadas.

Con referencia combinada a las figuras 4 y 5, la evaluación de la métrica para cada una de las al menos dos rutas en el bloque 404 puede incluir la determinación de la calidad de enlace de un primer enlace entre el AP 106 y la tercera STA 108C y de un segundo enlace entre el puente 102 y la tercera STA 108C y determinar cuál del primer enlace y el segundo enlace tiene mayor calidad de enlace. Seleccionar la ruta basándose en la métrica en el bloque 408 puede incluir seleccionar el primer enlace o el segundo enlace que tiene la mayor calidad de enlace. Si se selecciona el primer enlace en el bloque 408, enviar el paquete a través de la ruta seleccionada en el bloque 410 puede incluir enviar el paquete desde el puente 102 al AP 106 para que el AP 106 lo envíe a la tercera STA 108C. Si se selecciona el segundo enlace en el bloque 408, enviar el paquete a través de la ruta seleccionada en el bloque 410 puede incluir enviar el paquete desde el puente 102 directamente a la tercera STA 108C.

La figura 6 ilustra un segundo ejemplo de caso de uso del puente 102 de la figura 1, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. La figura 6 ilustra el puente 102 y una LAN 600 en una casa, edificio u otra ubicación 602. La LAN 600 puede incluir el AP 106, la primera STA 108A, la segunda STA 108B, la tercera STA 108C y un repetidor 604.

En la figura 6, pueden evaluarse métricas, como la calidad del enlace, el número de saltos, el retardo o la fluctuación, para cada una de múltiples rutas a una STA dada, como la tercera STA 108C. Una primera ruta desde el puente 102 a la STA 108C incluye enlaces marcados como 1, 3 y 4 en la figura 6. Una segunda ruta desde el puente 102 a la STA 108C incluye enlaces marcados como 2 y 4 en la figura 6. El puente 102 y/o el AP 106 pueden determinar qué ruta usar basándose en una o más de las métricas. Se puede utilizar una sola métrica o una combinación. Si los saltos son la única métrica utilizada, por ejemplo, la segunda ruta que incluye los enlaces 2 y 4 puede usarse para el tráfico a la tercera STA 108C ya que tiene menos saltos que la primera ruta que incluye los enlaces 1, 3 y 4. Alternativamente, si la calidad de enlace es la única métrica utilizada y la primera ruta que incluye los enlaces 1, 3 y 4 tiene una mejor calidad de enlace que la segunda ruta que incluye los enlaces 2 y 4, entonces la primera ruta que incluye los enlaces 1, 3 y 4 se puede utilizar para el tráfico a la tercera STA 108C. Alternativamente, si se utilizan múltiples métricas para determinar la ruta, se puede calcular una puntuación ponderada para cada ruta con contribuciones de cada una de las múltiples métricas y se puede seleccionar la ruta con la puntuación ponderada más alta para el tráfico al tercer STA 108C. Pueden implementarse otros métodos para determinar cuál de múltiples rutas usar para enviar tráfico a una STA 108 dada.

Con referencia combinada a las figuras 4 y 6, la evaluación de la métrica para cada una de las al menos dos rutas en el bloque 404 puede incluir la determinación de al menos uno de la calidad del enlace, el retardo, el número de saltos y la fluctuación de la primera ruta a la tercera STA 108C (enlaces 1, 3 y 4) y de la segunda ruta a la tercera STA 108C (enlaces 2 y 4) y determinar cuál de la primera ruta y la segunda ruta tiene al menos uno de mayor calidad de enlace, menor retardo, menos saltos y menor fluctuación. Seleccionar la ruta basándose en la métrica en el bloque 408 puede incluir seleccionar la primera ruta o la segunda ruta que tiene al menos uno de mayor calidad de enlace, menor retardo, menos saltos y menor fluctuación.

En otra implementación, el método 400 también puede incluir evaluar repetidamente la métrica durante un período de tiempo (por ejemplo, un intervalo, un umbral, un temporizador de cuenta regresiva, un factor de obsolescencia, un factor desencadenante, etc.) para cada una de las al menos dos rutas y/o nodos descubiertos en la topología. El

- método 400 también puede incluir recibir múltiples paquetes que identifican la tercera STA 108C como el destino previsto de cada uno de los paquetes. El método 400 también puede incluir seleccionar repetidamente, a lo largo del tiempo, una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar los paquetes basándose en la métrica. El método también puede incluir enviar, a lo largo del tiempo, de cada paquete desde el puente 102 a través de la ruta seleccionada. La ruta seleccionada en un momento dado puede depender de la métrica evaluada para cada una de las al menos dos rutas en un momento dado, de modo que se puede enviar un primer paquete a través de la primera ruta (enlaces 1, 3 y 4) en un primer momento y se puede enviar un segundo paquete a través de una segunda ruta en un segundo momento (enlaces 2 y 4).
- En otra implementación, el paquete recibido en el bloque 406 puede incluir un primer paquete recibido en un primer momento y la ruta seleccionada a través de la cual se envía el primer paquete puede incluir la primera ruta (enlaces 1, 3 y 4). El método 400 también puede incluir, después de enviar el primer paquete a través de la primera ruta en el bloque 410, volver a evaluar la métrica para cada una de las al menos dos rutas. El método 400 también puede incluir recibir un segundo paquete en un segundo momento después del primer momento, identificando el segundo paquete la tercera STA 108C como el destino previsto del segundo paquete. El método 400 también puede incluir seleccionar la segunda ruta (enlaces 2 y 4) a través de la cual enviar el paquete basándose en la métrica, siendo la segunda ruta diferente de la primera ruta. El método 400 también puede incluir enviar el segundo paquete desde el puente 102 a través de la segunda ruta hacia la tercera STA 108C.
- Las figuras 7A-7B ilustran un tercer ejemplo de caso de uso del puente 102 de la figura 1, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. La figura 7A ilustra el puente 102 y una LAN 700 en una casa, edificio u otra ubicación 702. La LAN 700 puede incluir el AP 106, la primera STA 108A y la segunda STA 108B.
- La primera STA 108A puede conectarse directamente al AP 106 a través de un primer canal 5 desde el AP 106 directamente a la primera STA 108A. Hay un segundo canal 6 desde el AP 106 directamente a la segunda STA 108B. La segunda STA 108B puede conectarse directamente al puente 102 a través de un tercer canal 7 desde el puente 102 directamente a la segunda STA 108B. También hay un cuarto canal (no marcado) desde el puente 102 directamente a la primera STA 108A.
- El puente 102 y el AP 106 pueden coordinarse para enviar tráfico simultáneamente a las STA 108A, 108B primera y segunda a través del primer canal 5 y el tercer canal 7, respectivamente, mientras que también anulan activamente el segundo canal 6 y/o el cuarto canal.
- Con referencia combinada a las figuras 4 y 7A, el puente 102 puede coordinarse con el AP 106 para efectuar la transmisión simultánea de: un primer paquete desde el AP 106 directamente a la primera STA 108A a través del primer canal 5 incluido en la ruta seleccionada, una señal de anulación desde el AP 106 directamente a la segunda STA 108B a través del segundo canal 6, y un segundo paquete desde el puente 102 directamente a la segunda STA 108B a través del tercer canal 7. La señal de anulación enviada a la segunda STA 108B a través del segundo canal 6 en este ejemplo puede estar configurada para anular la interferencia en la segunda STA 108B a partir de la transmisión del primer paquete a la primera STA 108A a través del primer canal 5. En una implementación, el puente 102 también puede transmitir una señal de anulación desde el puente 102 directamente a la primera STA 108A a través del cuarto canal. La señal de anulación enviada a la primera STA 108A a través del cuarto canal en este ejemplo puede estar configurada para anular la interferencia en la primera STA 108A a partir de la transmisión del segundo paquete a la segunda STA 108B a través del tercer canal 7. El método 400 también puede incluir estimar las condiciones de los canales de cada uno del primer canal 5, el segundo canal 6, el tercer canal 7 y/o el cuarto canal. Se pueden usar una o más de las condiciones de canal estimadas para generar la señal de anulación.
- Como alternativa o adicionalmente, el método 400 también puede incluir recibir un segundo paquete que identifica la segunda STA 108B como un destino previsto del segundo paquete. La selección de la ruta a través de la cual enviar el paquete en el bloque 408 puede incluir seleccionar una ruta que incluye el primer canal 5 desde el AP 106 directamente a la primera STA 108A. El método 400 también puede incluir seleccionar una segunda ruta a través de la cual enviar el segundo paquete, incluyendo la segunda ruta el tercer canal 7 desde el puente 102 directamente a la segunda STA 108B. El método 400 también puede incluir enviar el primer paquete al AP 106 para enviarlo a la primera STA 108A. El método 400 también puede incluir coordinar con el AP 106 para enviar el primer paquete a la primera STA 108A a través del primer canal 5 mientras se envía simultáneamente una señal de anulación a través del segundo canal 6 desde el AP 106 a la segunda STA 108B. El método 400 también puede incluir enviar el segundo paquete a la segunda STA 108B a través del tercer canal 7 simultáneamente con el envío por parte del AP 106 del primer paquete a través del primer canal 5 y la señal de anulación a través del segundo canal 6.
- En otro ejemplo de implementación, el puente 102 y el AP 106 pueden coordinarse para efectuar la transmisión simultánea de paquetes desde el puente 102 al AP 106 y la anulación activa desde el AP 106 a una o ambas de las STA 108A, 108B.
- La figura 7B ilustra un ejemplo de sincronismo de transmisión de paquetes para la transmisión coordinada de acuerdo con la figura 7A. Como se ilustra, el puente 102 envía en primer lugar un primer paquete 704 al AP 106.

Posteriormente, el AP 106 envía el primer paquete 704 a la primera STA 108A, el AP 106 envía una señal 706 de anulación a la segunda STA 108B y el puente 102 envía un segundo paquete 708 a la segunda STA 108B, todo ello de manera simultánea o sustancialmente simultánea.

5 Las figuras 8A-8B ilustran un cuarto ejemplo de caso de uso del puente 102 de la figura 1, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. La figura 8A ilustra el puente 102 y una LAN 800 en una casa, edificio u otra ubicación 802. La LAN 800 puede incluir el AP 106 y la primera STA 108A.

10 Hay un primer canal 8 entre el AP 106 y la primera STA 108A, un segundo canal 9 entre el puente 102 y la primera STA 108A y un tercer canal 10 entre el puente 102 y el AP 106.

El puente 102 y el AP 106 pueden coordinarse para enviar el mismo tráfico desde el puente 102 y el AP 106 a la primera STA 108A a través del primer canal 8 y el segundo canal 9 en una disposición MIMO distribuida. Al coordinarse, el puente 102 y el AP 106 pueden formar un transmisor MIMO distribuido.

15 Con referencia combinada a las figuras 4 y 8A, el puente 102 puede coordinar la transmisión con el AP 106 para efectuar la transmisión simultánea de: un paquete a través del primer canal 8 desde el AP 106 directamente a la primera STA 108A y el mismo paquete a través del segundo canal 9 desde el puente 102 directamente a la primera STA 108A. Antes de la transmisión coordinada, el método 400 también puede incluir estimar condiciones de canales de cada uno del primer canal 8 y el segundo canal 9. Se pueden usar una o más de las condiciones de canal estimadas para transmitir el paquete desde el puente 102 y el AP 106 a la primera STA 108A.

25 De forma alternativa o adicional, seleccionar la ruta a través de la cual enviar el paquete en el bloque 408 puede incluir seleccionar una ruta MIMO distribuida que incluye tanto el primer canal 8 desde el AP 106 directamente a la primera STA 108A como el segundo canal 9 desde el puente 102 directamente a la primera STA 108A. El método 400 también puede incluir enviar el paquete al AP 106, por ejemplo, a través del tercer canal 10. El método también puede incluir coordinar con el AP 106 para enviar el paquete a la primera STA 108A a través del primer canal 8 mientras se envía simultáneamente el paquete a la primera STA 108A a través del segundo canal 9. Antes de la transmisión coordinada, el método 400 también puede incluir derivar primeros precodificadores para usar en el primer canal 8 y el segundo canal 9 cuando se implementan como rutas independientes. El método 400 también puede incluir derivar segundos precodificadores para usar en el primer canal 8 y el segundo canal 9 cuando se implementan juntos como ruta MIMO distribuida.

35 La figura 8B ilustra un ejemplo de sincronismo de transmisión de paquetes para la transmisión coordinada de acuerdo con la figura 8A. Como se ilustra, el puente 102 envía en primer lugar un primer paquete 804 al AP 106 a través del tercer canal 10. Posteriormente, el AP 106 envía el primer paquete 804 a la primera STA 108A a través del primer canal 8 mientras que el puente 102 también envía el primer paquete 804 a la primera STA 108A, todo de manera simultánea o sustancialmente simultánea.

40 La figura 9A ilustra un quinto ejemplo de caso de uso del puente 102 de la figura 1, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. La figura 9A ilustra el puente 102 y una LAN 900 en una casa, edificio u otra ubicación 902. La LAN 900 puede incluir el AP 106 y la primera STA 108A. La figura 9A también ilustra un primer canal 11 entre el AP 106 y la primera STA 108A, un segundo canal 12 entre el puente 102 y la primera STA 108A y un tercer canal 13 entre el puente 102 y el AP 106.

45 Como ya se describió, puede transmitirse tráfico desde el puente 102 a la primera STA 108A directamente o a través del AP 106 donde la ruta particular (por ejemplo, directa o a través del AP 106) puede depender, por ejemplo, de las condiciones de canal de cada una de las rutas. Alternativamente, se puede transmitir simultáneamente tráfico diferente con al menos una señal de anulación desde el puente 102 y el AP 106 a las STA 108A y 108B primera y segunda como se describe con respecto a las figuras 7A y 7B y/o se puede transmitir tráfico a la primera STA 108 tanto desde el puente 102 como desde el AP 106 en una disposición MIMO distribuida como se describe con respecto a las figuras 8A y 8B.

50 Como alternativa o adicionalmente, pueden enviarse transmisiones principales a través de una ruta, como desde el puente 102 al AP 106 a la primera STA 108A, mientras que cualquier retransmisión puede enviarse a través de otra ruta, como desde el puente 102 directamente a la primera STA 108A.

55 Con referencia combinada a las figuras 4 y 9A, el método 400 también puede incluir seleccionar una primera ruta que incluye el primer canal 11 desde el AP 106 directamente a la primera STA 108A o el segundo canal 12 desde el puente 102 directamente a la primera STA 108A a través del cual enviar transmisiones de paquetes a la primera STA 108A. El método 400 también puede incluir seleccionar una segunda ruta que incluye el otro del segundo canal 12 desde el puente 102 directamente a la primera STA 108A o el primer canal 11 desde el AP 106 directamente a la primera STA 108A a través del cual enviar retransmisiones de paquetes a la primera STA 108A. El método 400 también puede incluir enviar transmisiones de paquetes a la primera STA 108A a través de la primera ruta seleccionada. El método 400 también puede incluir enviar retransmisiones de paquetes a la primera STA 108A a través de la segunda ruta seleccionada.

En otra implementación, seleccionar la ruta a través de la cual enviar el paquete en el bloque 408 puede incluir seleccionar una ruta que incluye uno del primer canal 11 desde el AP directamente a la primera STA 108A o el segundo canal 12 desde el puente 102 directamente a la primera STA 108A. Enviar el paquete a través de la ruta seleccionada en el bloque 410 puede incluir enviar el paquete a través de uno del primer canal 11 o el segundo canal 12 a la primera STA 108A. El método 400 también puede incluir, si el paquete se envía a través del primer canal 11, retransmitir el paquete desde el puente 102 directamente a la primera STA 108A a través del segundo canal 12. Alternativamente, el método 400 también puede incluir, si el paquete se envía a través del segundo canal 12, retransmitiendo el paquete desde el AP 106 directamente a la primera STA 108A a través del primer canal 11.

La figura 9B ilustra un ejemplo de sincronismo de transmisión de paquetes según la figura 9A. Como se ilustra, el puente 102 envía en primer lugar un primer paquete 904 al AP 106 a través del tercer canal 13. Posteriormente, el AP 106 envía el primer paquete 904 a la primera STA 108A a través del primer canal 11. Posteriormente, la retransmisión del primer paquete 904 se envía desde el puente 102 a la primera STA 108A a través del segundo canal 12.

Las figuras 10A y 10B ilustran un sexto ejemplo de caso de uso del puente 102, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. Las figuras 10A y 10B ilustran el puente 102 y una LAN 1000 en una casa, edificio u otra ubicación 1002. La LAN 1000 puede incluir el AP 106 y/o la primera STA 108A.

El puente 102 puede mejorar la cobertura de las STA 108, como la primera STA 108A, que se han asociado con el AP 106 en el pasado y pasan a ubicaciones con cobertura inadecuada desde el AP 106 y con cobertura adecuada desde el puente 102. Por ejemplo, haciendo referencia a figura 10A, la primera STA 108A puede asociarse con el AP 106 dentro de la casa 1002 en la que el AP 106 tiene una cobertura adecuada para una conexión. Sin embargo, como se ilustra en la figura 10B, si la primera STA 108A pasa a una ubicación fuera de la casa 1002 o de otro modo fuera del área de cobertura del AP 106 y dentro del área de cobertura del puente 102, el puente 102 puede extender la cobertura a la primera STA 108A.

El puente 102 puede replicar, periódicamente o en respuesta a un factor desencadenante, un BSS del AP 106. Si se produce establecimiento de enlace, por ejemplo, si la primera STA 108A envía una petición de asociación al puente 102, el puente 102 puede mantener el BSS y establecer un enlace directamente entre la primera STA 108 y el puente 102 para enviar tráfico a la primera STA 108 evitando el AP 106.

Con referencia combinada a las figuras 4, 10A y 10B, enviar el paquete desde el puente 102 a través de la ruta seleccionada en el bloque 410 puede incluir enviar el paquete al AP 106 para que el AP 106 lo envíe a la primera STA 108A a través de un primer enlace desde el AP 106 directamente a la primera STA 108A en la disposición ilustrada en la figura 10A. El método 400 también puede incluir replicar un BSS del AP 106 en el puente 102. El método 400 también puede incluir establecer un segundo enlace directamente entre la primera STA y el puente 102 en respuesta a que el puente replique el BSS del AP 106. El método 400 también puede incluir el envío de paquetes adicionales a la primera STA 108A a través del segundo enlace. El puente 102 puede replicar periódicamente el BSS y mantenerlo cuando la primera STA 108A u otra STA 108 se asocia con el puente 102. Alternativa o adicionalmente, el puente 102 puede replicar el BSS en respuesta a un factor desencadenante de replicación de BSS y puede mantenerlo cuando la primera STA 108A u otra STA 108 se asocia con el puente 102.

El factor desencadenante de replicación de BSS puede incluir una determinación de que un primer nivel de interferencia del primer enlace supera: un nivel de interferencia umbral o un segundo nivel de interferencia del segundo enlace. Como alternativa o adicionalmente, el factor desencadenante de replicación de BSS puede incluir una determinación de que un primer RSSI del primer enlace es menor que: un RSSI umbral o un segundo RSSI del segundo enlace. Como alternativa o adicionalmente, el factor desencadenante de replicación de BSS puede incluir una orden del AP 106.

El puente 102 puede terminar el BSS y el segundo enlace en respuesta a un factor desencadenante de terminación del BSS. El factor desencadenante de terminación BSS puede incluir una determinación de que el segundo nivel de interferencia del segundo enlace supera: el nivel de interferencia umbral o el primer nivel de interferencia del primer enlace. Como alternativa o adicionalmente, el factor desencadenante de terminación de BSS puede incluir una determinación de que el segundo RSSI del segundo enlace es menor que: el RSSI umbral o el primer RSSI del primer enlace. Como alternativa o adicionalmente, el factor desencadenante de terminación BSS puede incluir una orden del AP 106.

La figura 11 ilustra un séptimo ejemplo de caso de uso del puente 102, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. La figura 11 ilustra el puente 102, la estación 104 base, un segundo puente 1102 de radio múltiple reconfigurable ("segundo puente 1102"), un tercer puente 1104 de radio múltiple reconfigurable ("tercer puente 1104") y casas, edificios u otras ubicaciones 1106, 1108 que pueden estar en un área de cobertura respectiva de los correspondientes puentes 1102, 1104 segundo o tercero.

El tercer puente 1104 y/o la ubicación 1108 pueden quedar ocultos desde la estación 104 base o pueden carecer de

otro modo de una cobertura adecuada desde la estación base. El puente 102 puede extender el enlace 112 de retorno al tercer puente 1104 proporcionando el enlace 118 de retransmisión de retorno al tercer puente 1104. En esta implementación, las radios reconfigurables primera y segunda R_1 y R_2 del puente 102 pueden estar configuradas para funcionar en la misma frecuencia y/o banda de frecuencia, y en particular dentro de una banda de frecuencia que puede estar reservada para y/o asociada con enlaces de retorno inalámbricos.

De forma alternativa o adicional, el segundo puente 1102 puede reconfigurarse de forma adaptativa para proporcionar de forma selectiva un enlace 1110 de WAP al tercer puente 1104 y un enlace 1112 de retransmisión de retorno al tercer puente 1104. Por ejemplo, la segunda radio R_2 del segundo puente 1102 puede reconfigurarse adaptativamente para proporcionar el enlace 1110 de WAP funcionando en la misma banda de frecuencia que la segunda radio R_2 del tercer puente 1104 o para proporcionar el enlace 1112 de retransmisión de retorno funcionando en la misma banda de frecuencia que la primera radio R_1 del tercer puente 1104.

En consecuencia, en una implementación, el puente 102 puede estar programado como un relé de retorno y no puede recopilar y/o evaluar métricas y/o cambiar o ajustar de forma adaptativa el método de transmisión.

Alternativamente, el puente 102 puede configurarse adaptativamente como un relé de retorno en respuesta a la recopilación y medición de una o más métricas. Con referencia combinada a las figuras 4 y 11, por ejemplo, el puente 102 puede proporcionar el enlace 112 de retorno a la estación 104 base. La evaluación de la métrica para cada una de al menos dos rutas descubiertas en la topología en el bloque 404 puede incluir evaluar una métrica para una primera ruta que llega a una primera STA, por ejemplo, en una LAN en la casa 1108, a través del enlace 118 de retransmisión de retorno al tercer puente 1104 y una segunda ruta que evita el tercer puente 1104 para llegar a la primera STA. Seleccionar la ruta en el bloque 408 puede incluir seleccionar la primera ruta. El envío del paquete desde el puente 102 a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA en el bloque 410 puede incluir el envío enviar el paquete al tercer puente 1104 a través del enlace 118 de retransmisión de retorno.

La figura 12 ilustra un octavo ejemplo de caso de uso del puente 102, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. La figura 12 ilustra el puente 102 y una LAN 1200 en una casa, edificio u otra ubicación 1202. La LAN 1200 puede incluir el AP 106, la primera STA 108A, la segunda STA 108B y la tercera STA 108C.

En el ejemplo de la figura 12, el puente 102 puede tener una programación de función fija como puente entre la red de retorno y la LAN 1200. En consecuencia, el puente 102 en el ejemplo de la figura 12 puede no recopilar y/o evaluar métricas y/o cambiar o ajustar de manera adaptativa el método de transmisión.

Las implementaciones descritas en este documento pueden, alternativa o adicionalmente, implementar compartición de NAV, con o sin un puente de radio múltiple reconfigurable. La compartición de NAV puede incluir generalmente compartir un solo NAV a través de dos o más saltos de una transmisión de múltiples saltos. Al compartir el NAV, el acceso al canal realizado en un primer nodo se puede usar para acceder y reservar una ventana de transmisión suficiente para múltiples saltos sin tener que realizar acceso al canal en un segundo (o más) nodo(s) aguas abajo desde el primer nodo. En consecuencia, la compartición de NAV puede reducir la sobrecarga, disminuir el retardo y/o proporcionar otros beneficios.

En un ejemplo de implementación de compartición de NAV, un primer nodo recibe tráfico, como un paquete de datos, para un nodo de destino. La red puede incluir además un nodo intermedio entre el primer nodo y el nodo de destino en el que el tráfico desde el primer nodo hasta el nodo de destino se enruta a través del nodo intermedio. El primer nodo puede estimar una duración total de tiempo para transmitir el paquete desde el primer nodo hasta el nodo de destino a través del nodo intermedio y/o a través de múltiples saltos.

Algunas redes imponen restricciones en las ventanas de transmisión, como una duración máxima o umbral de tiempo por ventana de transmisión. Es posible que no se permita reservar una ventana de transmisión con una duración superior a la duración máxima o umbral. En consecuencia, si la duración total de tiempo para la transmisión de saltos múltiples es menor que la duración máxima o umbral, el primer nodo puede reservar una ventana de transmisión compartida para toda la transacción de saltos múltiples y enviar el paquete al nodo de destino a través del nodo intermedio. Como alternativa o adicionalmente, el MCS de cada uno de los canales entre el primer nodo y el nodo intermedio y el canal entre el nodo intermedio y el nodo de destino puede calcularse y/o analizarse para determinar si la transacción de múltiples saltos puede completarse dentro de una ventana de transmisión menor que la duración máxima o umbral.

El primer nodo puede reservar la ventana de transmisión compartida para múltiples saltos, en contraposición a reservar el primer nodo una ventana de transmisión para el primer salto y reservar el nodo intermedio una ventana de transmisión para el segundo salto, de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, la ventana de transmisión compartida puede reservarse usando un intercambio de petición de envío (RTS)/autorización de envío (CTS)-2.

Como alternativa o adicionalmente, el primer nodo y el nodo intermedio pueden realizar una toma de contacto por adelantado para establecer la compartición de NAV para paquetes de tamaño adecuado destinados al nodo de

destino. Un tamaño adecuado puede referirse a cualquier tamaño de paquete que puede transmitirse desde el primer nodo al nodo intermedio al nodo de destino dentro de una ventana de transmisión compartida menor que la duración máxima o umbral. El límite superior para el tamaño adecuado puede depender de los canales desde el primer nodo hasta el nodo intermedio y desde el nodo intermedio hasta el nodo de destino. Por ejemplo, el tamaño adecuado de límite superior para canales con una primera calidad y/o rendimiento de canal puede ser menor que el tamaño adecuado de límite superior para canales con una segunda calidad y/o rendimiento de canal superior.

Para reservar la ventana de transmisión compartida, el primer nodo puede especificar una oportunidad de transmisión (TXOP) correspondiente en la cabecera del paquete. Cuando el nodo intermedio recibe el paquete para el nodo de destino en el que el paquete tiene un tamaño adecuado, el nodo intermedio puede transmitir el paquete al destino sin reservar el canal por separado. Ahora se describirá un ejemplo de compartición de NAV con el puente 102 con respecto a las figuras 13A y 13B

Las figuras 13A y 13B ilustran un noveno ejemplo de caso de uso de un puente de radio múltiple reconfigurable, dispuesto de acuerdo con al menos una implementación descrita en este documento. La figura 13 ilustra el puente 102 y una LAN 1300 en una casa, edificio u otra ubicación 1302. La LAN 1300 puede incluir el AP 106 y la primera STA 108A.

Con referencia combinada a las figuras 4 y 13A, la evaluación de la métrica para cada una de las al menos dos rutas en el bloque 404 puede incluir evaluar la métrica para un primer enlace desde el AP 106 a la primera STA 108A y para un segundo enlace desde el puente 102 a la primera STA 108A y determinar que el primer enlace tiene una mejor métrica que el segundo enlace. Seleccionar la ruta basándose en la métrica en el bloque 408 puede incluir seleccionar el primer enlace. El método 400 también puede incluir determinar una duración total o ventana de transmisión compartida para enviar el paquete desde el puente 102 al AP 106 y desde el AP 106 a la primera STA 108A. El método 400 también puede incluir reservar una TXOP igual o mayor que la duración total. Enviar el paquete desde el puente 102 a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA 108A en el bloque 410 puede incluir enviar el paquete desde el puente 102 al AP 106 durante una primera parte de la TXOP reservada. El AP 106 puede entonces enviar el paquete a la primera STA 108A durante una parte restante de la TXOP reservada, por ejemplo, sin reservar por separado una TXOP.

La figura 13B ilustra un ejemplo de sincronismo de transmisión de paquetes según la figura 13A. Como se ilustra, el puente 102 envía en primer lugar un paquete 1304 al AP 106 y reserva una ventana de transmisión TXOP que tiene una duración mayor que la duración para enviar el paquete 1304 desde el puente 102 al AP 106. Posteriormente, el AP 106 envía un Ack 1306 al puente 102 y envía el paquete 1304 a la primera STA 108A. Posteriormente, la primera STA 108A envía un Ack 1308 al AP 106.

A menos que disposiciones específicas sean mutuamente excluyentes entre sí, las diversas implementaciones descritas en este documento pueden combinarse para mejorar la funcionalidad del sistema y/o producir funciones complementarias. El experto apreciará fácilmente tales combinaciones dada la totalidad de la descripción anterior. Del mismo modo, los aspectos de las implementaciones pueden implementarse en disposiciones independientes en las que se proporciona una funcionalidad de componente más limitada y, por lo tanto, específica dentro de cada uno de los componentes del sistema interconectados y, por lo tanto, que interactúan, aunque, en resumen, juntos soportan, realizan y producen el/los efecto(s) real(es) descrito(s). De hecho, se entenderá que a menos que se identifique expresamente que características en las implementaciones particulares son incompatibles entre sí o el contexto circundante implique que son mutuamente excluyentes y no fácilmente combinables en un sentido complementario y/o de apoyo, la totalidad de esta divulgación contempla y prevé que las características específicas de las implementaciones complementarias se pueden combinar selectivamente para proporcionar una o más soluciones técnicas integrales, aunque ligeramente diferentes. Por lo tanto, debe apreciarse que la descripción anterior se ha proporcionado únicamente a modo de ejemplo y que se pueden realizar modificaciones en detalle dentro del alcance de la presente invención.

Un ejemplo de aparato puede incluir un punto de acceso inalámbrico (WAP) o una estación e incorporar un procesador de VLSI y código de programa para soportar. Un ejemplo de transceptor se acopla a través de un módem integral a una conexión troncal de cable, fibra o abonado digital a Internet para soportar comunicaciones inalámbricas, por ejemplo comunicaciones compatibles con IEEE 802.11, en una red de área local inalámbrica (WLAN). La etapa de WiFi incluye una etapa de banda base y etapas de extremo frontal analógico (AFE) y radiofrecuencia (RF). En la porción de banda base se procesan comunicaciones inalámbricas transmitidas o recibidas de cada usuario/cliente/estación. La porción AFE y RF gestiona la conversión ascendente en cada una de las rutas de transmisión de las transmisiones inalámbricas iniciadas en la banda base. La porción de RF también gestiona la conversión descendente de las señales recibidas en las rutas de recepción y las pasa para su procesamiento adicional a la banda base.

Un ejemplo de aparato puede ser un aparato de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que soporta hasta NxN flujos de comunicación diferenciados a través de N antenas. En un ejemplo, las unidades de procesamiento de señales del aparato MIMO pueden implementarse como NxN. En varias realizaciones, el valor de N puede ser 4, 6, 8, 12, 16, etc. El funcionamiento de MIMO extendido permite el uso de hasta 2N antenas en comunicación con otro

sistema inalámbrico equipado de manera similar. Cabe señalar que los sistemas de MIMO extendidos pueden comunicarse con otros sistemas inalámbricos aunque los sistemas no tengan el mismo número de antenas, pero es posible que algunas de las antenas de una de las estaciones no se utilicen, lo que reduce el rendimiento óptimo.

El CSI de cualquiera de los enlaces de comunicación descritos en este documento se puede extraer independientemente de cambios relacionados con parámetros de estado del canal y se puede utilizar para los servicios de diagnóstico espacial de la red, como detección de movimiento, detección de proximidad y localización, que se pueden utilizar, por ejemplo, en el diagnóstico de WLAN, seguridad en el hogar, monitorización de atención médica, control inteligente de servicios públicos en el hogar, cuidado de ancianos y similares.

Las realizaciones descritas en el presente documento pueden implementarse usando medios legibles por ordenador para transportar o tener almacenadas en los mismos instrucciones ejecutables por ordenador o estructuras de datos. Dichos medios legibles por ordenador pueden ser cualquier medio disponible al que puede acceder un ordenador de uso general o de uso especial. A modo de ejemplo, dichos medios legibles por ordenador pueden incluir medios de almacenamiento no transitorios legibles por ordenador incluyendo memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de sólo lectura (ROM), memoria de sólo lectura programable borrable y eléctricamente (EEPROM), memoria de sólo lectura de disco compacto (CD-ROM) u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, dispositivos de memoria flash (por ejemplo, dispositivos de memoria de estado sólido) o cualquier otro medio de almacenamiento que puede usarse para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones ejecutables por ordenador o estructuras de datos y al que se puede acceder mediante un ordenador de uso general o de uso especial. Las combinaciones de lo anterior también pueden incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

Las instrucciones ejecutables por ordenador pueden incluir, por ejemplo, instrucciones y datos que hacen que un ordenador de uso general, un ordenador de uso especial o un dispositivo de procesamiento de uso especial (por ejemplo, uno o más procesadores) realice o controle la realización de una determinada función o grupo de funciones. Aunque el objeto se ha descrito en un lenguaje específico de características estructurales y/o acciones metodológicas, debe entenderse que el objeto definido en las reivindicaciones adjuntas no se limita necesariamente a las características o acciones específicas descritas anteriormente. En vez de eso, las características y acciones específicas descritas anteriormente se describen como ejemplos de formas de implementar las reivindicaciones.

Tal como se utiliza en el presente documento, los términos “módulo” o “componente” pueden hacer referencia a implementaciones de hardware específicas configuradas para realizar las operaciones del módulo o componente y/u objetos de software o rutinas de software que pueden almacenarse y/o ejecutarse mediante hardware de uso general (por ejemplo, medios legibles por ordenador, dispositivos de procesamiento, etc.) del sistema informático. En algunas implementaciones, los diferentes componentes, módulos, motores y servicios descritos en este documento pueden implementarse como objetos o procedimientos que se ejecutan en el sistema informático (por ejemplo, como hilos independientes). Aunque algunos de los sistemas y métodos descritos en este documento se describen generalmente como que se implementan en software (almacenados y/o ejecutados por hardware de uso general), también son posibles y se contemplan implementaciones de hardware específico o una combinación de implementaciones de software y hardware específico. En esta descripción, una “entidad informática” puede ser cualquier sistema informático como se definió anteriormente en este documento, o cualquier módulo o combinación de módulos que se ejecutan en un sistema informático.

Algunas partes de la descripción detallada se presentan en cuanto a algoritmos y representaciones simbólicas de operaciones dentro de un ordenador. Estas descripciones algorítmicas y representaciones simbólicas son los medios utilizados por los expertos en la técnica de procesamiento de datos para transmitir la esencia de sus innovaciones a otros expertos en la técnica. Un algoritmo es una serie de operaciones definidas que conducen a un estado o resultado final deseado. En ejemplos de implementaciones, las operaciones realizadas requieren manipulaciones físicas de cantidades tangibles para lograr un resultado tangible.

Como se sabe en la técnica, las operaciones descritas anteriormente pueden realizarse mediante hardware, software o alguna combinación de software y hardware. Varios aspectos de los ejemplos de implementaciones pueden implementarse usando circuitos y dispositivos lógicos (hardware), mientras que otros aspectos pueden implementarse usando instrucciones almacenadas en un medio legible por máquina (software), que si se ejecuta por un procesador, hará que el procesador realice un método para llevar a cabo implementaciones de la presente solicitud.

Por ejemplo, en implementaciones del puente múltiple reconfigurable descrito en la figura 4, uno o más procesadores pueden estar configurados para descubrir opciones de conexión para nodos en una red.

Para controlar la comunicación con un nodo de la red, el procesador puede evaluar métricas para cada ruta para el nodo basándose en las métricas de comunicación. En un método de ejemplo, el procesador recibe un paquete que identifica el nodo, selecciona una ruta a través de la cual enviar el paquete basándose en las métricas evaluadas y envía el paquete desde un puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA. El procesador puede recibir un paquete en una primera banda de frecuencia y enviar paquetes en una

segunda banda de frecuencia diferente de la primera banda de frecuencia.

En un ejemplo de implementación, la red incluye un punto de acceso, en el que la evaluación de la métrica para cada ruta incluye determinar la calidad de enlace de un primer enlace entre el AP y la primera STA y de un segundo enlace entre el puente de radio múltiple reconfigurable y la primera STA y determinar cuál del primer enlace y el segundo enlace tiene mayor calidad de enlace. Luego, la selección de la ruta se puede basar en la métrica, incluyendo la selección del primer enlace o el segundo enlace que tiene la mayor calidad de enlace. En otro ejemplo, se puede determinar que el primer enlace tiene una calidad de enlace mayor que la del segundo enlace, se selecciona el primer enlace como la ruta que tiene la mayor calidad de enlace; y el envío del paquete a través de la ruta seleccionada incluye enviar el paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable al AP para que el AP lo envíe a la primera STA. Además, se puede determinar que el segundo enlace tiene una calidad de enlace mayor que la del primer enlace, entonces se selecciona el segundo enlace como ruta que tiene la mayor calidad de enlace; y el envío del paquete a través de la ruta seleccionada incluye enviar el paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA.

En otro ejemplo de implementación, la red incluye un punto de acceso y evalúa las rutas de métricas determinando al menos uno de la calidad de enlace, el retardo, el número de saltos y la fluctuación. El procesador puede seleccionar una ruta óptima basándose en las métricas con al menos uno de mayor calidad de enlace, menor retardo, menos saltos y menor fluctuación.

El procesador también puede evaluar repetidamente la métrica a lo largo del tiempo para cada una de las rutas descubiertas asociadas con la estación; determinar repetidamente, a lo largo del tiempo, una ruta óptima basándose en métricas recalculadas o cambios en el rendimiento de la LAN; y enviar, a lo largo del tiempo, cada paquete de la pluralidad de paquetes desde el puente de radio múltiple reconfigurable a través de una ruta seleccionada diferente basándose en la ruta óptima determinada de manera repetida.

En otro ejemplo de implementación, el procesador puede después enviar un primer paquete a través de la primera ruta, reevaluando la métrica para cada una de las al menos dos rutas; recibir un segundo paquete en un segundo momento después del primer momento, identificando el segundo paquete la primera STA como el destino previsto del segundo paquete; seleccionar una segunda ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el paquete basándose en la métrica, siendo la segunda ruta diferente de la primera ruta; y enviar el segundo paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable a través de la segunda ruta hacia la primera STA.

En un ejemplo, el procesador puede coordinarse con un AP para efectuar la transmisión simultánea de: el paquete desde el AP directamente a la primera STA a través de un primer canal incluido en la ruta seleccionada; una señal de anulación desde el AP directamente a la segunda STA a través de un segundo canal; y un segundo paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la segunda STA a través de un tercer canal. Además, el procesador puede estimar las condiciones de canales de cada uno del primer canal, el segundo canal y el tercer canal.

El procesador puede estimar las condiciones de canal de cada canal desde el AP directamente a una primera STA, cada canal desde el AP directamente a una segunda STA y cada canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la segunda STA. Luego, en respuesta a que el procesador reciba un segundo paquete que identifica la segunda STA como el destino previsto del segundo paquete, selecciona la ruta a través de la cual enviar el paquete lo que incluye seleccionar una ruta que incluye el primer canal desde el AP directamente a la primera STA; seleccionar una segunda ruta a través de la cual enviar el segundo paquete, incluyendo la segunda ruta el tercer canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la segunda STA. El procesador puede enviar el primer paquete al AP para enviarlo a la primera STA; coordinar con el AP para enviar el primer paquete a la primera STA a través del primer canal mientras se envía simultáneamente una señal de anulación a través del segundo canal desde el AP a la segunda STA; y enviar el segundo paquete a la segunda STA a través del tercer canal simultáneamente con el envío por el AP del primer paquete a través del primer canal y la señal de anulación a través del segundo canal. El procesador puede coordinarse con un AP para efectuar la transmisión simultánea de un paquete a través de un primer canal desde el AP directamente a la primera STA; y el paquete a través de un segundo canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA.

En algunos ejemplos, la red comprende además de un punto de acceso y el procesador estima las condiciones de canal de cada uno de un primer canal desde el AP directamente a la primera STA y un segundo canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA; y selecciona la ruta a través de la cual enviar el paquete lo que incluye seleccionar una ruta de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) distribuida que incluye tanto el primer canal desde el AP directamente a la primera STA como el segundo canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA. Luego, el procesador puede enviar el paquete al AP y/o coordinarse con el AP para enviar el paquete a la primera STA a través del primer canal mientras se envía simultáneamente el paquete a la primera STA a través del segundo canal. El procesador puede derivar además primeros precodificadores para usar para el primer canal y el segundo canal cuando se implementan como rutas independientes; y derivar segundos precodificadores para usar para el primer canal y el segundo canal cuando se implementan juntos como ruta de MIMO distribuida.

En un ejemplo de implementación en el que la red tiene un AP, el procesador puede seleccionar una primera ruta que incluye un primer canal desde el AP directamente a la primera STA o un segundo canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA a través de la cual enviar transmisiones de paquetes a la primera STA; y seleccionar una segunda ruta que incluye el otro del segundo canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA o el primer canal desde el AP directamente a la primera STA a través de la cual enviar retransmisiones de paquetes a la primera STA. Luego, las transmisiones de paquetes se pueden enviar a la primera STA a través de la primera ruta seleccionada; y retransmisiones de paquetes adicionales a la primera STA a través de la segunda ruta seleccionada.

Además, seleccionar la ruta por la que enviar el paquete incluye seleccionar una ruta que puede incluir uno de un primer canal desde el AP directamente a la primera STA o un segundo canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA; y enviar el paquete a través de la ruta seleccionada incluye enviar el paquete a través de uno del primer canal o del segundo canal a la primera STA. Luego, el procesador puede determinar, si el paquete se envía a través del primer canal, retransmitir el paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA a través del segundo canal; o si el paquete se envía a través del segundo canal, retransmitir el paquete desde el AP directamente a la primera STA a través del primer canal.

En otro ejemplo, enviar el paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada puede incluir enviar el paquete al AP para que el AP lo envíe a la primera STA a través de un primer enlace desde el AP directamente a la primera STA. Luego, el procesador replica un conjunto de servicios básicos (BSS) del AP en el puente de radio múltiple reconfigurable; establece un segundo enlace directamente entre la primera STA y el puente de radio múltiple reconfigurable; y envía paquetes adicionales a la primera STA a través del segundo enlace.

En algunos ejemplos, el puente de radio múltiple reconfigurable replica periódicamente el BSS, o el puente de radio múltiple reconfigurable replica el BSS en respuesta a un factor desencadenante de replicación de BSS. El factor desencadenante de replicación de BSS puede incluir uno o más de: una determinación de que un primer nivel de interferencia del primer enlace supera: un nivel de interferencia umbral o un segundo nivel de interferencia del segundo enlace; una determinación de que un primer indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) del primer enlace es menor que: un RSSI umbral o un segundo RSSI del segundo enlace; y una orden del AP. En respuesta a un factor desencadenante de terminación de BSS, pueden terminarse el BSS y el segundo enlace.

En otro ejemplo de implementación, el puente de radio múltiple reconfigurable proporciona un enlace de retorno a una estación base. Luego, el procesador puede evaluar una métrica para cada una de al menos dos rutas descubiertas en la topología, incluida la evaluación de una métrica para una primera ruta que llega a la primera STA a través de un enlace de retransmisión de retorno a un segundo puente de radio múltiple reconfigurable y una segunda ruta que evita el segundo puente de radio múltiple reconfigurable para llegar a la primera STA; seleccionar la ruta incluye seleccionar la primera ruta; y enviar el paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA incluye enviar el paquete al segundo puente de radio múltiple reconfigurable a través del enlace de retransmisión de retorno.

En un ejemplo en el que la red incluye un segundo puente de radio múltiple reconfigurable, el puente de radio múltiple reconfigurable puede proporcionar un enlace de retorno a una estación base; y el puente de radio múltiple reconfigurable puede reconfigurarse adaptativamente para proporcionar selectivamente: un enlace de punto de acceso inalámbrico (WAP) al segundo puente de radio múltiple reconfigurable; y un enlace de retransmisión de retorno al segundo puente de radio múltiple reconfigurable.

Para una red con un AP, el procesador puede evaluar la métrica para cada una de las al menos dos rutas para evaluar la métrica para un primer enlace desde el AP a la primera STA y para un segundo enlace desde el puente de radio múltiple reconfigurable a la primera STA y determinar que el primer enlace tiene una mejor métrica que el segundo enlace; seleccionar la ruta basándose en la métrica, incluida la selección del primer enlace. Luego, el procesador puede determinar una duración total para enviar el paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable al AP y desde el AP a la primera STA; y reservar una oportunidad de transmisión (TXOP) igual a la duración total. El envío del paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA puede incluir enviar el paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable al AP durante una primera parte de la TXOP reservada; y el AP puede enviar el paquete a la primera STA durante una parte restante de la TXOP reservada.

La evaluación de la métrica para cada una de las al menos dos rutas puede incluir combinaciones de esquema de modulación y codificación soportado (MCS); indicador de intensidad de señal recibida (RSSI); nivel de evaluación de canal despejado (CCA); interferencia; rendimiento estimado; tiempo de transmisión; prioridad de tráfico; congestión de ruta; y/o carga de puente/WAP.

En una implementación, un puente de radio múltiple reconfigurable de ejemplo incluye una primera radio reconfigurable con un primer canal de transmisión/recepción (TX/RX) y un segundo canal de TX/RX, en el que la primera radio reconfigurable está configurada para transmitir y recibir datos de forma selectiva en el primer canal de

TX/RX o el segundo canal de TX/RX; y una segunda radio reconfigurable con un tercer canal de TX/RX y un cuarto canal de TX/RX, en el que la segunda radio reconfigurable está configurada para transmitir y recibir datos de forma selectiva en el tercer canal de TX/RX o el cuarto canal de TX/RX.

El ejemplo de puente de radio múltiple reconfigurable puede estar configurado para que el primer canal de TX/RX incluya un primer circuito de banda base (BB), un primer circuito de radiofrecuencia (RF), un primer módulo frontal (FEM) y una primera antena; el segundo canal de TX/RX incluya el primer circuito de BB, un segundo FEM y una segunda antena; el tercer canal de TX/RX incluya un segundo circuito de BB, un segundo circuito de RF, un tercer FEM y una tercera antena; y el cuarto canal de TX/RX incluya el segundo circuito de BB, un cuarto FEM y una cuarta antena. Entonces, en un ejemplo, el segundo canal de TX/RX puede incluir además el primer circuito de RF o un tercer circuito de RF; y el cuarto canal de TX/RX puede incluir además el segundo circuito de RF o un cuarto circuito de RF.

En otro ejemplo, el primer canal de TX/RX está configurado para transmitir y recibir datos en una banda de frecuencia diferente del segundo canal de TX/RX; y el tercer canal de TX/RX está configurado para transmitir y recibir datos en una banda de frecuencia diferente del cuarto canal de TX/RX. Entonces, el ejemplo de puente de radio múltiple reconfigurable puede configurar el primer canal de TX/RX para transmitir y recibir datos en una primera banda de frecuencia seleccionada de una banda de 6 gigahercios (GHz), una banda de 28 GHz y una banda de 60 GHz; y el segundo canal de TX/RX está configurado para transmitir y recibir datos en una segunda banda de frecuencia seleccionada de una banda de 2,4 GHz y una banda de 5 GHz.

Una expresión tal como “un aspecto” no implica que dicho aspecto sea esencial para la tecnología en cuestión o que dicho aspecto se aplique a todas las configuraciones de la tecnología en cuestión. Una divulgación relacionada con un aspecto puede aplicarse a todas las configuraciones, o a una o más configuraciones. Un aspecto puede proporcionar uno o más ejemplos de la divulgación. Una expresión tal como “un aspecto” puede referirse a uno o más aspectos y viceversa. Una expresión tal como “una realización” o “una implementación” no implica que dicha realización o implementación sea esencial para la tecnología en cuestión o que dicha realización o implementación se aplique a todas las configuraciones de la tecnología en cuestión. Una descripción relacionada con una realización o implementación puede aplicarse a todas las realizaciones o implementaciones, o una o más realizaciones o implementaciones. Una realización o implementación puede proporcionar uno o más ejemplos de la divulgación. Una expresión tal como “una realización” o “una implementación” puede referirse a una o más realizaciones o implementaciones y viceversa. Una expresión tal como “una configuración” no implica que dicha configuración sea esencial para la tecnología en cuestión o que dicha configuración se aplique a todas las configuraciones de la tecnología en cuestión. Una divulgación relacionada con una configuración puede aplicarse a todas las configuraciones, o a una o más configuraciones. Una configuración puede proporcionar uno o más ejemplos de la divulgación. Una expresión tal como “una configuración” puede referirse a una o más configuraciones y viceversa.

No se pretende que una referencia a un elemento en singular signifique “uno y sólo uno” a menos que se indique específicamente, sino “uno o más”. Los pronombres en masculino (por ejemplo, su (de él)) incluyen el género femenino y neutro (por ejemplo, su (de ella) y su (de ello)) y viceversa. El término “algunos” se refiere a uno o más. Además, no se pretende que nada de lo que se divulga en este documento esté dedicado al público, independientemente de si dicha divulgación se menciona explícitamente en la descripción anterior.

La presente divulgación no debe limitarse en cuanto a las implementaciones particulares descritas en el presente documento, que se pretende que sean ilustraciones de diversos aspectos. Se pueden hacer muchas modificaciones y variaciones sin salirse de su alcance. Son posibles métodos y aparatos funcionalmente equivalentes dentro del alcance de la descripción, además de los mencionados en este documento, a partir de las descripciones anteriores. Se pretende que tales modificaciones y variaciones estén dentro del alcance de esta descripción. Además, la terminología utilizada en este documento tiene únicamente el propósito de describir implementaciones particulares y no se pretende que sea limitativa.

Con respecto al uso de sustancialmente cualquier término en plural y/o singular en el presente documento, los expertos en la técnica pueden traducir del plural al singular y/o del singular al plural según sea apropiado para el contexto y/o la aplicación. Las diversas permutaciones de singular/plural pueden establecerse expresamente en este documento en aras de la claridad.

En general, se pretende que los términos utilizados en este documento, y especialmente en las reivindicaciones adjuntas (por ejemplo, los cuerpos de las reivindicaciones adjuntas) sean generalmente términos “abiertos” (por ejemplo, el término “que incluye” debe interpretarse como “que incluye pero no se limita a”, el término “que tiene” debe interpretarse como “que tiene al menos”, el término “incluye” debe interpretarse como “incluye pero no se limita a”, etc.). Los expertos en la técnica comprenderán además que si se pretende un número específico de una mención de reivindicación introducida, dicha intención se mencionará explícitamente en la reivindicación y, en ausencia de tal mención, no existirá tal intención. Por ejemplo, como ayuda para la comprensión, las siguientes reivindicaciones adjuntas pueden contener el uso de las frases introductorias “al menos uno” y “uno o más” para introducir menciones de reivindicaciones. Sin embargo, no debe interpretarse que el uso de tales expresiones implique que la introducción de una mención de reivindicación mediante los artículos indefinidos “un” o “una” limita cualquier reivindicación

particular que contenga tal mención de reivindicación introducida a implementaciones que contienen únicamente una de tales menciones, aunque la misma reivindicación incluya las expresiones introductorias “uno o más” o “al menos uno” y artículos indefinidos como “un” o “una” (por ejemplo, debe interpretarse que “un” y/o “una” significa “al menos uno” o “uno o más”); lo mismo se aplica al uso de artículos definidos para introducir menciones de reivindicación.

Además, aunque se mencione explícitamente un número específico de una mención de reivindicación introducida, los expertos en la técnica reconocerán que debe interpretarse que dicha mención significa al menos el número mencionado (por ejemplo, la simple mención de “dos menciones”, sin otros modificadores, significa al menos dos menciones, o dos o más menciones). Además, en aquellos casos en los que se usa un convenio análogo a “al menos uno de A, B y C, etc.”, en general, se pretende que dicha construcción tenga el sentido en el que un experto en la técnica entenderá el convenio (por ejemplo, “un sistema que tiene al menos uno de A, B y C” incluirá, pero no se limitará a, sistemas que incluyen A solo, B solo, C solo, A y B juntos, A y C juntos, B y C juntos, y/o A, B y C juntos, etc.). En aquellos casos en los que se usa un convenio análogo a “al menos uno de A, B o C, etc.”, en general, se pretende que dicha construcción tenga el sentido en el que un experto en la técnica entenderá el convenio (por ejemplo, “un sistema que tiene al menos uno de A, B o C” incluirá, pero no se limitará a, sistemas que incluyen A solo, B solo, C solo, A y B juntos, A y C juntos, B y C juntos, y/o A, B y C juntos, etc.). Los expertos en la técnica comprenderán además que debe entenderse que prácticamente cualquier término y/o expresión disyuntivo que presente dos o más términos alternativos, ya sea en la descripción, las reivindicaciones o los dibujos, contempla las posibilidades de incluir uno de los términos, cualquiera de los términos o ambos términos. Por ejemplo, se entenderá que la expresión “A o B” incluye las posibilidades de “A” o “B” o “A y B”.

Además, cuando se describen características o aspectos de la divulgación en términos de grupos de Markush, los expertos en la técnica reconocerán que la divulgación también se describe en términos de cualquier miembro individual o subgrupo de miembros del grupo de Markush.

Para todos y cada uno de los propósitos, como en cuanto a proporcionar una descripción escrita, todos los intervalos divulgados en el presente documento también abarcan todos y cada uno de los posibles subintervalos y combinaciones de subintervalos de los mismos. Cualquier intervalo indicado puede reconocerse fácilmente como que describe de manera suficiente y permite la reproducción dividiendo el mismo intervalo al menos en mitades, tercios, cuartos, quintos, décimos y/u otros iguales. Como ejemplo no limitante, cada intervalo comentado en este documento se puede dividir fácilmente en un tercio inferior, un tercio medio y un tercio superior, etc. Todas las expresiones como “hasta”, “al menos” y similares incluyen el número mencionado y se refieren a intervalos que pueden dividirse posteriormente en subintervalos como se comentó anteriormente. Finalmente, un intervalo incluye cada miembro individual. Así, por ejemplo, un grupo que tiene 1-3 células se refiere a grupos que tienen 1, 2 ó 3 células. De manera similar, un grupo que tiene 1-5 células se refiere a grupos que tienen 1, 2, 3, 4 ó 5 células, y así sucesivamente.

REIVINDICACIONES

1. Método, que comprende:

- 5 descubrir una topología de una red que incluye una primera estación inalámbrica, STA (108A), una segunda STA (108B) y un punto de acceso, AP (106);
 evaluar una métrica para cada una de al menos dos rutas descubiertas en la topología;
 recibir un primer paquete que identifica la primera STA como un destino previsto del primer paquete;
 10 seleccionar una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el primer paquete basándose en la métrica, llegando cada una de las al menos dos rutas a la primera STA;
 enviar el primer paquete desde un puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA, y
 coordinar con el AP para efectuar la transmisión simultánea de:
 15 el primer paquete desde el AP directamente a la primera STA a través de un primer canal incluido en la ruta seleccionada;
 una señal de anulación desde el AP directamente a la segunda STA a través de un segundo canal; y
 un segundo paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la segunda STA a través de un tercer canal.

20 2. Método según la reivindicación 1, en el que la recepción comprende recibir el primer paquete en una primera banda de frecuencia y el envío comprende enviar el primer paquete en una segunda banda de frecuencia diferente de la primera banda de frecuencia.

25 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además coordinar con el AP para efectuar la transmisión simultánea de:

un tercer paquete a través del primer canal desde el AP directamente a la primera STA; y
 30 el tercer paquete a través de un cuarto canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA.

4. Método según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además:

35 recibir un tercer paquete que identifica la primera STA como destino previsto del tercer paquete,
 seleccionar una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el tercer paquete basándose en la métrica, que comprende seleccionar una ruta que incluye uno del primer canal desde el AP directamente a la primera STA o un cuarto canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA;
 40 enviar el tercer paquete a través de la ruta seleccionada, que comprende enviar el tercer paquete a través de uno del primer canal o del cuarto canal a la primera STA; y
 que comprende uno de:

45 si el tercer paquete se envía a través del primer canal, retransmitir el tercer paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA a través del cuarto canal; o
 si el tercer paquete se envía a través del cuarto canal, retransmitir el tercer paquete desde el AP directamente a la primera STA a través del primer canal.

5. Método según la reivindicación 1 ó 2, que comprende:

50 recibir un tercer paquete que identifica la primera STA como destino previsto del tercer paquete,
 seleccionar una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el tercer paquete basándose en la métrica;
 enviar el tercer paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada, que comprende
 55 enviar el tercer paquete al AP para que el AP lo envíe a la primera STA a través de un primer enlace desde el AP directamente a la primera STA;
 replicar un conjunto de servicios básicos, BSS, del AP en el puente de radio múltiple reconfigurable;
 establecer un segundo enlace directamente entre la primera STA y el puente de radio múltiple reconfigurable;
 y
 60 enviar paquetes adicionales a la primera STA a través del segundo enlace.

6. Método según la reivindicación 5, en el que al menos uno de:

65 el puente de radio múltiple reconfigurable replica periódicamente el BSS; y
 el puente de radio múltiple reconfigurable replica el BSS en respuesta a un factor desencadenante de replicación de BSS.

7. Método según la reivindicación 6, en el que el factor desencadenante de replicación de BSS comprende al menos uno de:

- 5 una determinación de que un primer nivel de interferencia del primer enlace supera: un nivel de interferencia umbral o un segundo nivel de interferencia del segundo enlace;
- una determinación de que un primer indicador de intensidad de señal recibida, RSSI, del primer enlace es menor que: un RSSI umbral o un segundo RSSI del segundo enlace; y
- una orden del AP.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, que comprende además terminar el BSS y el segundo enlace en respuesta a un factor desencadenante de terminación del BSS.

9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que evaluar la métrica para cada una de las al menos dos rutas comprende evaluar al menos uno de: esquema de modulación y codificación soportado, MCS; indicador de intensidad de señal recibida, RSSI; nivel de evaluación de canal despejado, CCA; interferencia; rendimiento estimado; tiempo de transmisión; prioridad de tráfico; congestión de ruta; y carga de puente/WAP.

10. Puente (102) de radio múltiple reconfigurable, que comprende:

- una primera radio reconfigurable que comprende un primer canal de transmisión/recepción, TX/RX, y un segundo canal de TX/RX, en el que la primera radio reconfigurable está configurada para transmitir y recibir datos de forma selectiva en el primer canal de TX/RX o el segundo canal de TX/RX; y
- una segunda radio reconfigurable que comprende un tercer canal de TX/RX y un cuarto canal de TX/RX, en el que la segunda radio reconfigurable está configurada para transmitir y recibir datos de forma selectiva en el tercer canal de TX/RX o el cuarto canal de TX/RX,
- en el que para transmitir y recibir datos de forma selectiva, la primera radio reconfigurable y la segunda radio reconfigurable están configuradas para:

- descubrir una topología de la red que incluye una primera estación inalámbrica, STA (108A), una segunda STA (108B) y un punto de acceso, AP (106);
- evaluar una métrica para cada una de al menos dos rutas descubiertas en la topología;
- recibir un primer paquete que identifica la primera STA como destino previsto del primer paquete;
- seleccionar una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el primer paquete basándose en la métrica, llegando cada una de las al menos dos rutas a la STA;
- enviar el primer paquete a través de la ruta seleccionada hacia la STA, y
- coordinar con el AP para efectuar la transmisión simultánea de:

- el primer paquete desde el AP directamente a la primera STA a través de un primer canal incluido en la ruta seleccionada;
- una señal de anulación desde el AP directamente a la segunda STA a través de un segundo canal; y
- un segundo paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la segunda STA a través de un tercer canal.

11. Puente de radio múltiple reconfigurable según la reivindicación 10, configurado para recibir el primer paquete en una primera banda de frecuencia y enviar el primer paquete en una segunda banda de frecuencia diferente de la primera banda de frecuencia.

12. Puente de radio múltiple reconfigurable según la reivindicación 10 u 11, configurado además para coordinarse con el AP para efectuar la transmisión simultánea de:

- un tercer paquete a través del primer canal desde el AP directamente a la primera STA; y
- el tercer paquete a través de un cuarto canal desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la primera STA.

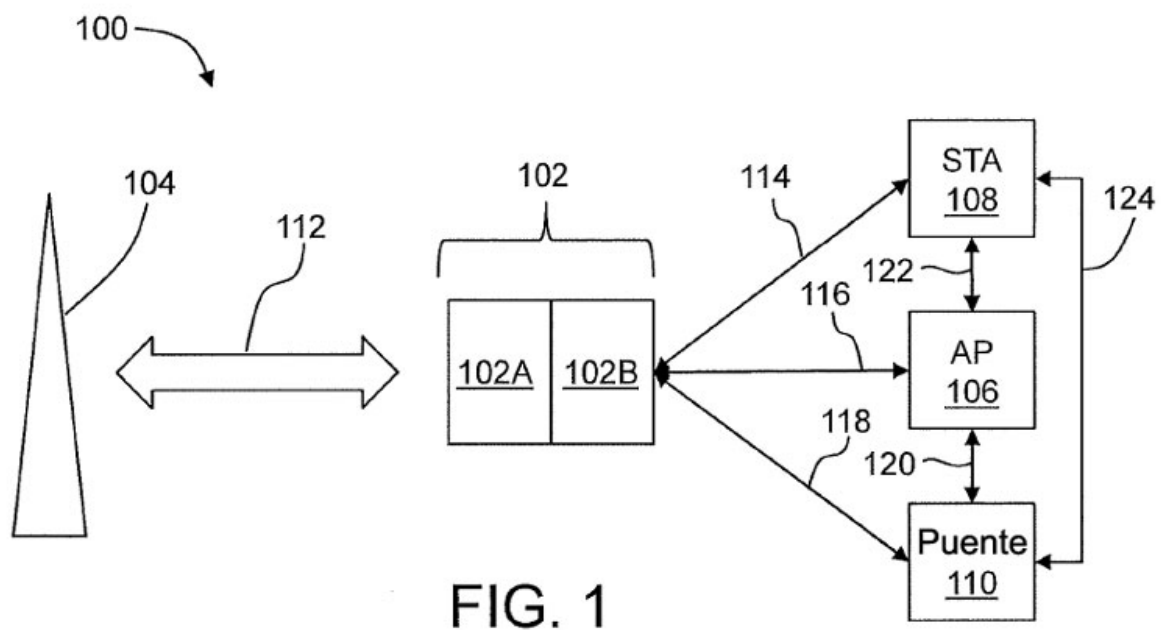
13. Puente de radio múltiple reconfigurable según la reivindicación 10 u 11 ó 12, en el que:

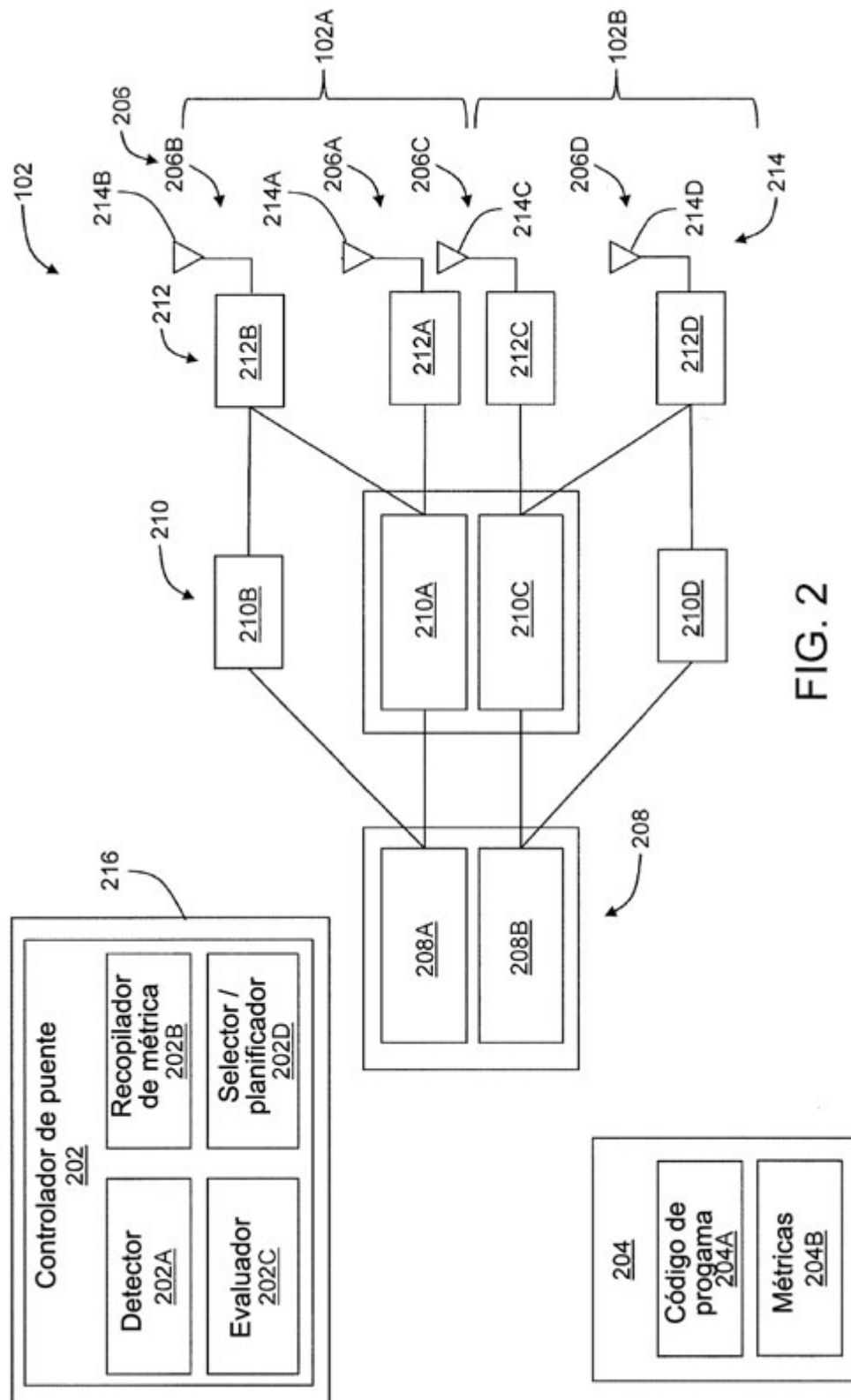
- el primer canal de TX/RX comprende un primer circuito de banda base, BB, un primer circuito de radiofrecuencia, RF, un primer módulo frontal, FEM, y una primera antena;
- el segundo canal de TX/RX comprende el primer circuito de BB, un segundo FEM y una segunda antena;
- el tercer canal de TX/RX comprende un segundo circuito de BB, un segundo circuito de RF, un tercer FEM y una tercera antena; y
- el cuarto canal de TX/RX comprende el segundo circuito de BB, un cuarto FEM y una cuarta antena.

14. Sistema de puente de radio múltiple reconfigurable que comprende:

una red;
 una memoria; y
 un procesador acoplado operativamente a la memoria, en el que el procesador está configurado para:

- 5 descubrir una topología de la red que incluye una primera estación inalámbrica, STA (108A), una segunda STA (108B) y un punto de acceso, AP (106);
 evaluar una métrica para cada una de al menos dos rutas descubiertas en la topología;
 10 recibir un primer paquete que identifica la primera STA como destino previsto del primer paquete;
 seleccionar una ruta de las al menos dos rutas a través de la cual enviar el primer paquete basándose en la métrica, llegando cada una de las al menos dos rutas a la primera STA; y
 enviar el primer paquete desde un puente de radio múltiple reconfigurable a través de la ruta seleccionada hacia la primera STA, y
 15 coordinar con el AP para permitir la transmisión simultánea de:
 el primer paquete desde el AP directamente a la primera STA a través de un primer canal incluido en la ruta seleccionada;
 una señal de anulación desde el AP directamente a la segunda STA a través de un segundo canal; y
 20 un segundo paquete desde el puente de radio múltiple reconfigurable directamente a la segunda STA a través de un tercer canal.





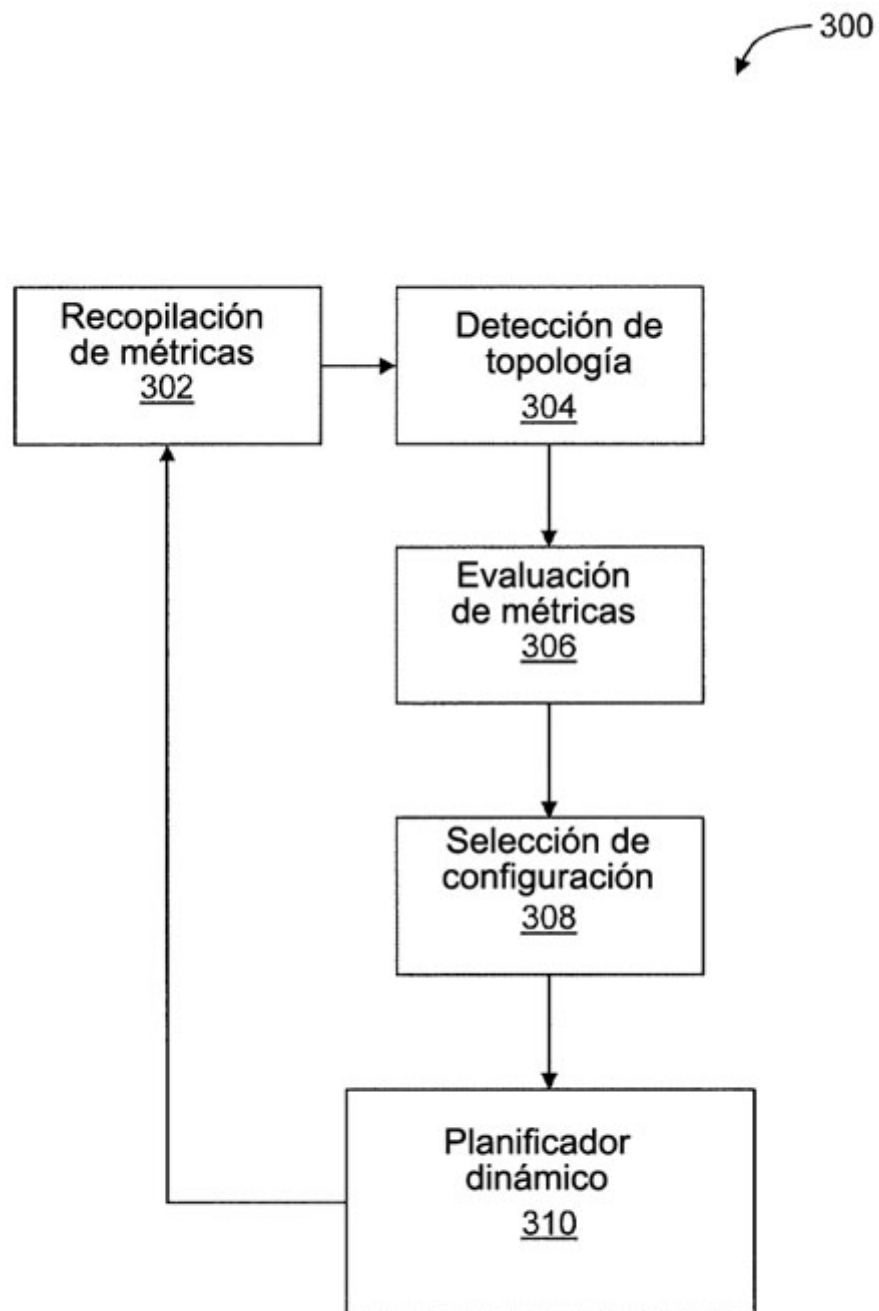


FIG. 3

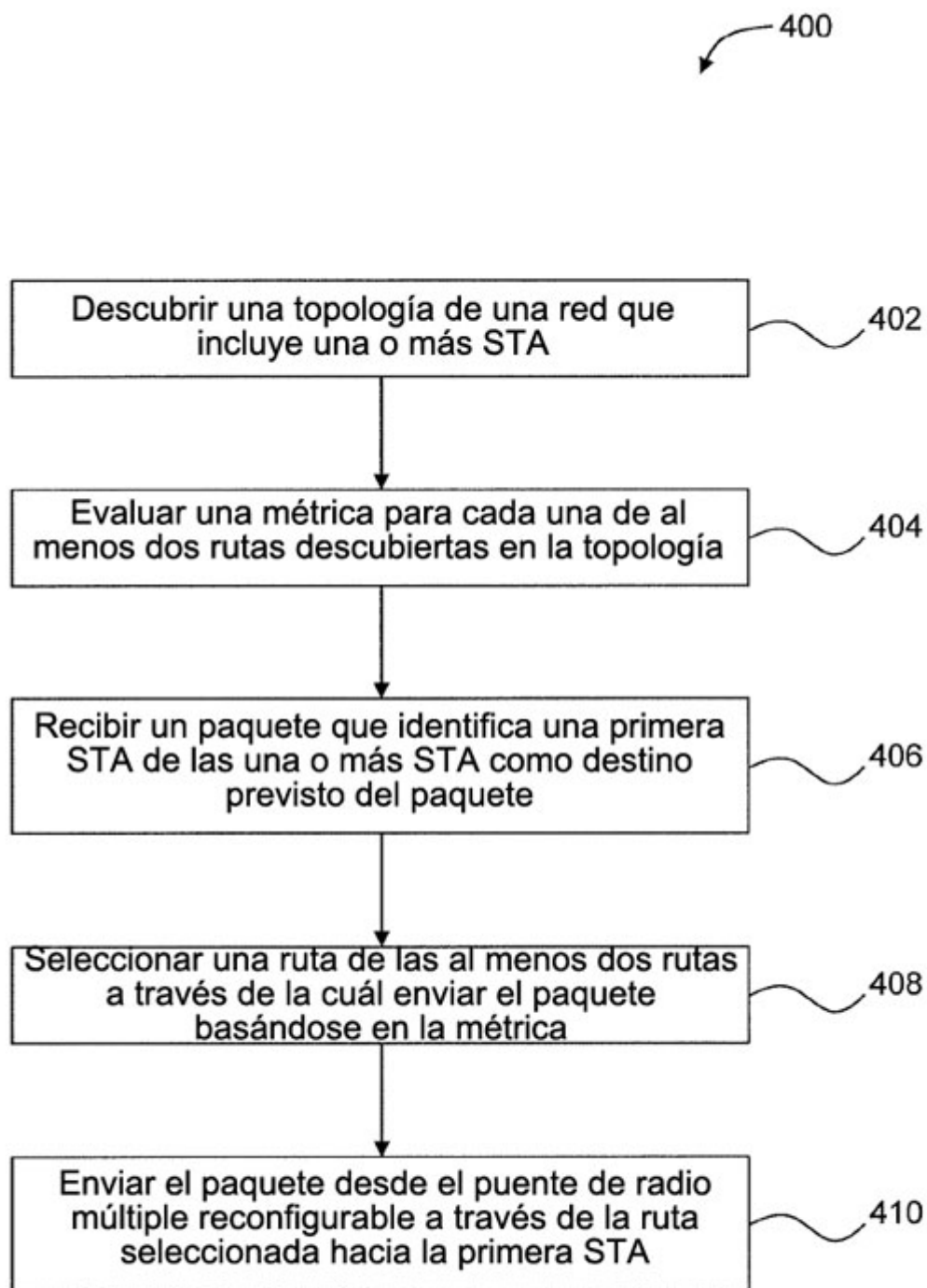


FIG. 4

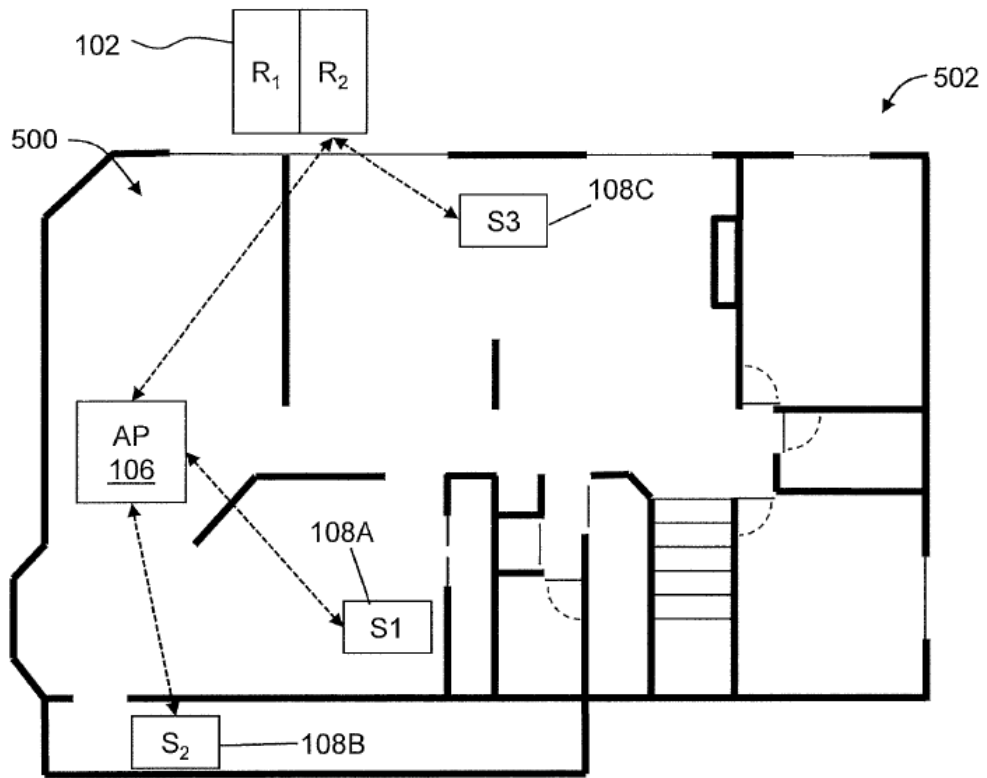


FIG. 5

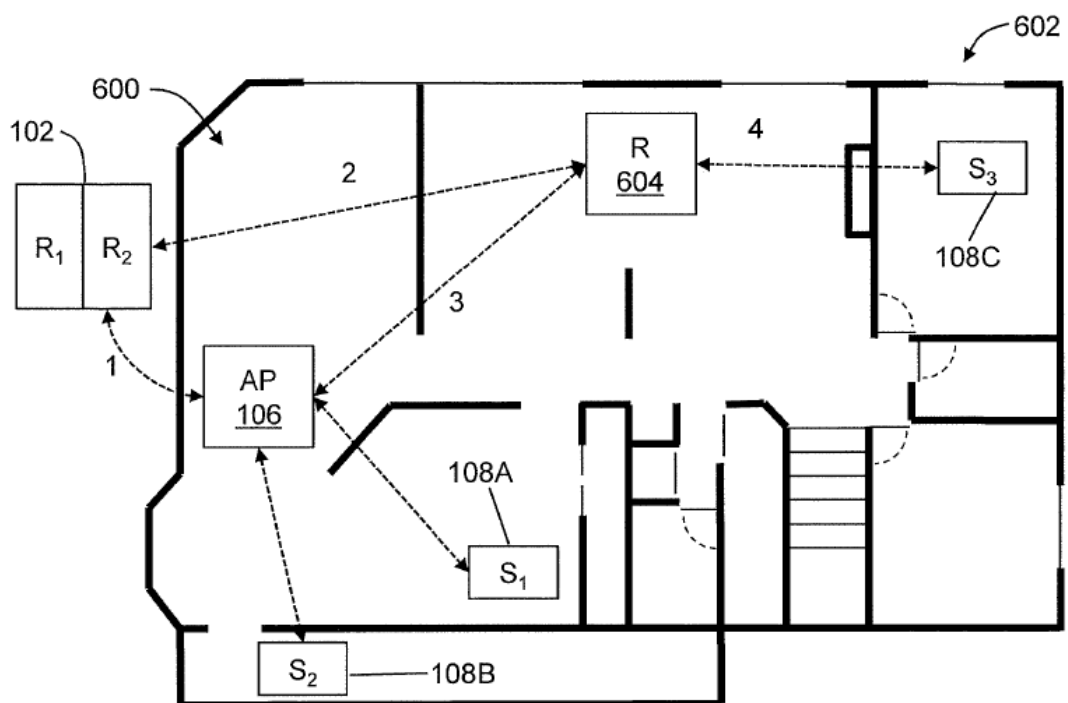


FIG. 6

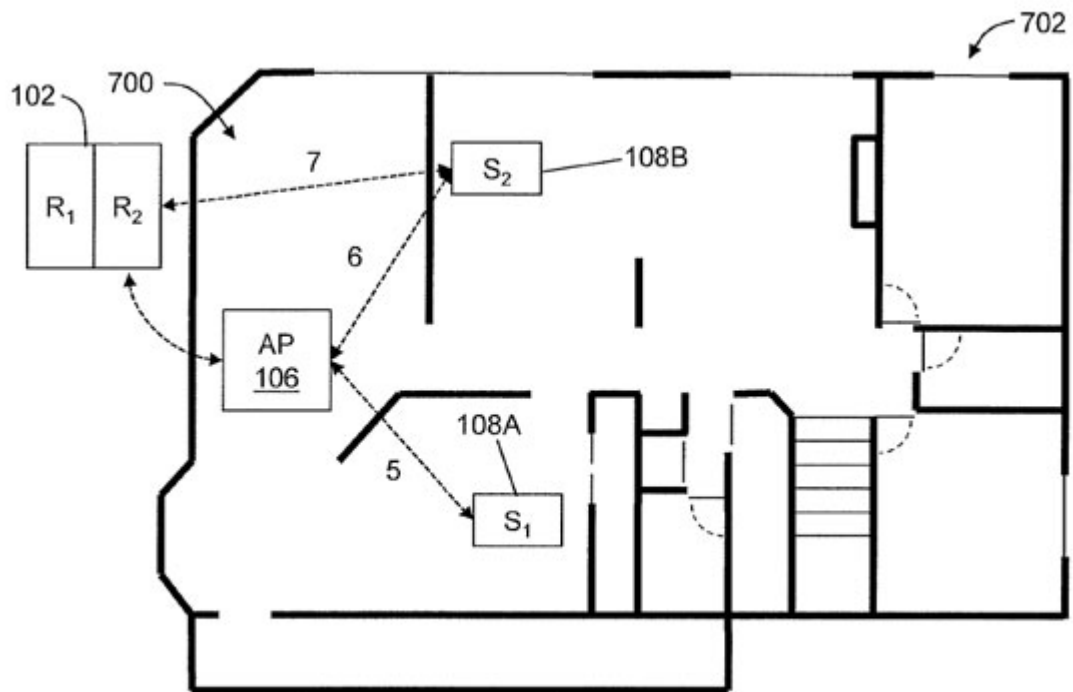


FIG. 7A

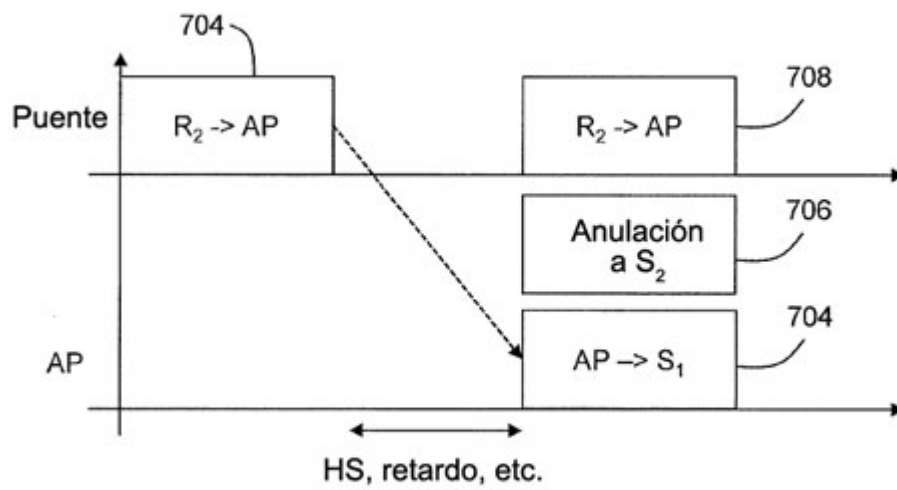


FIG. 7B

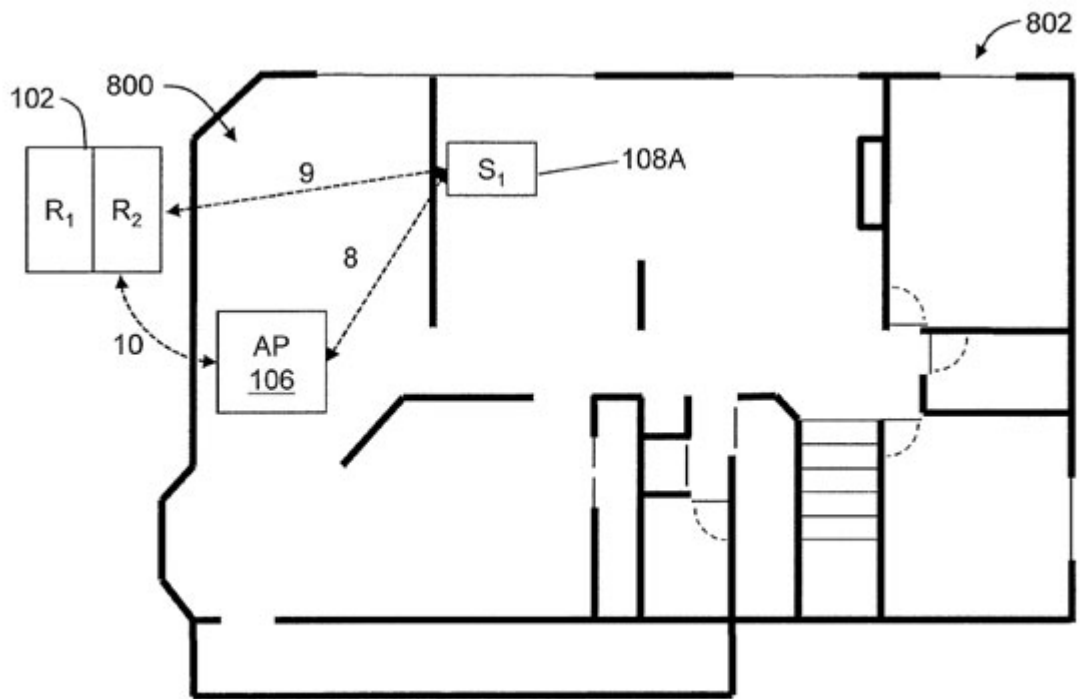


FIG. 8A

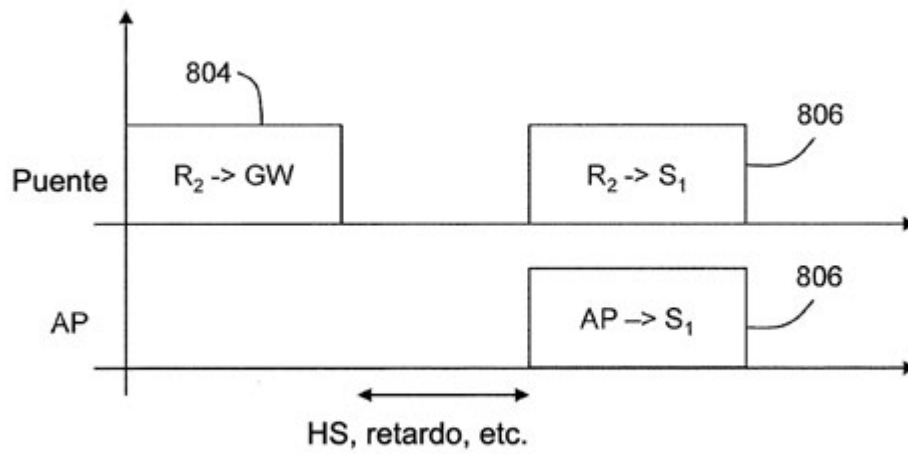


FIG. 8B

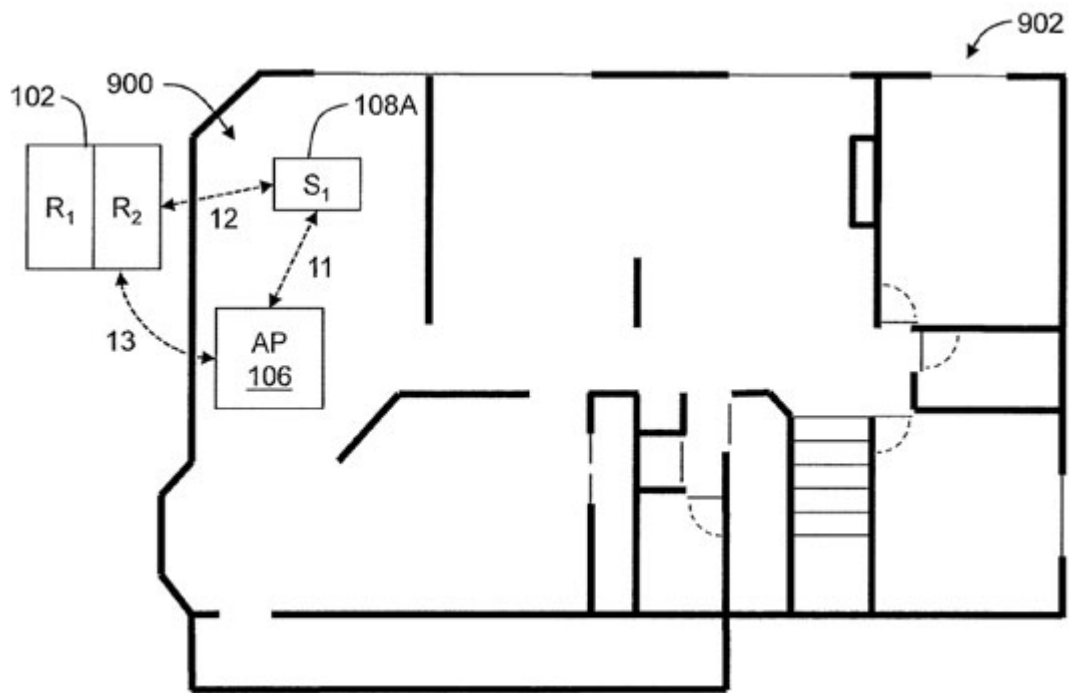


FIG. 9A

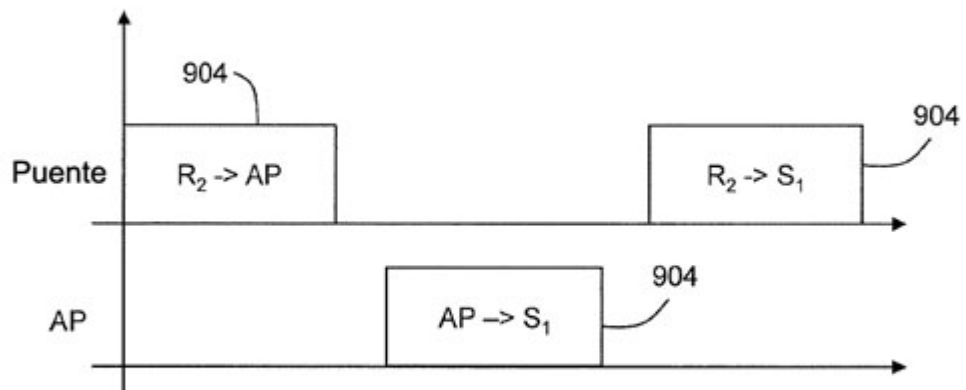


FIG. 9B

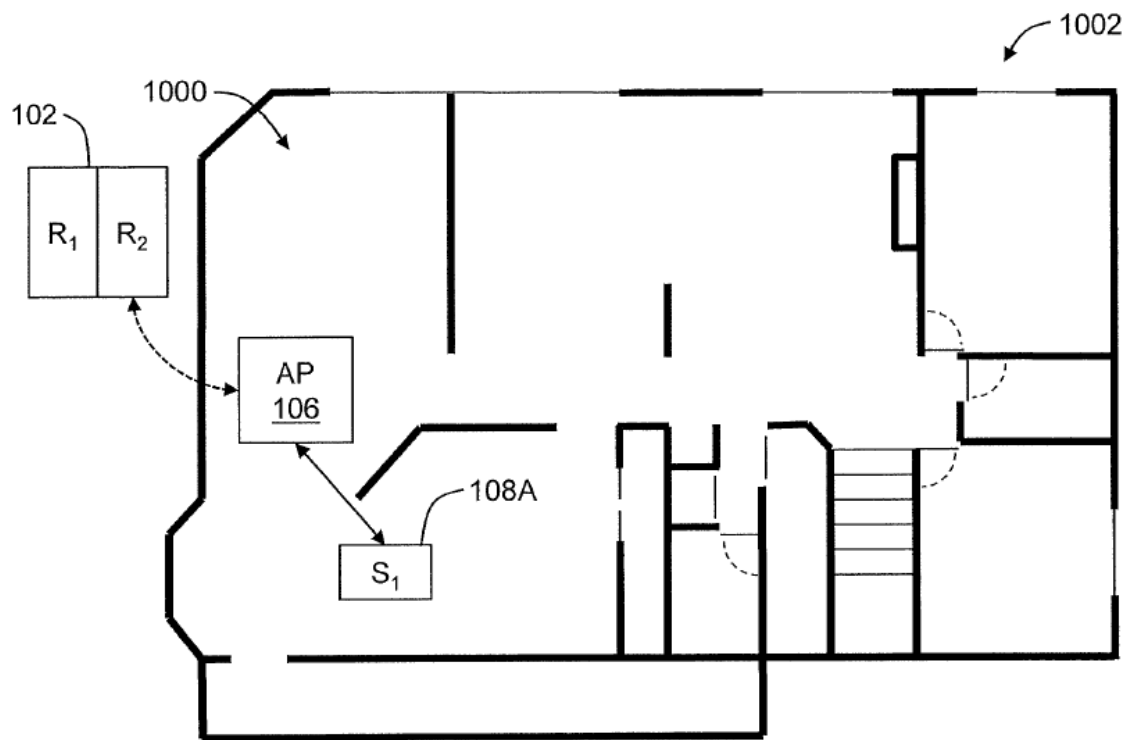


FIG. 10A

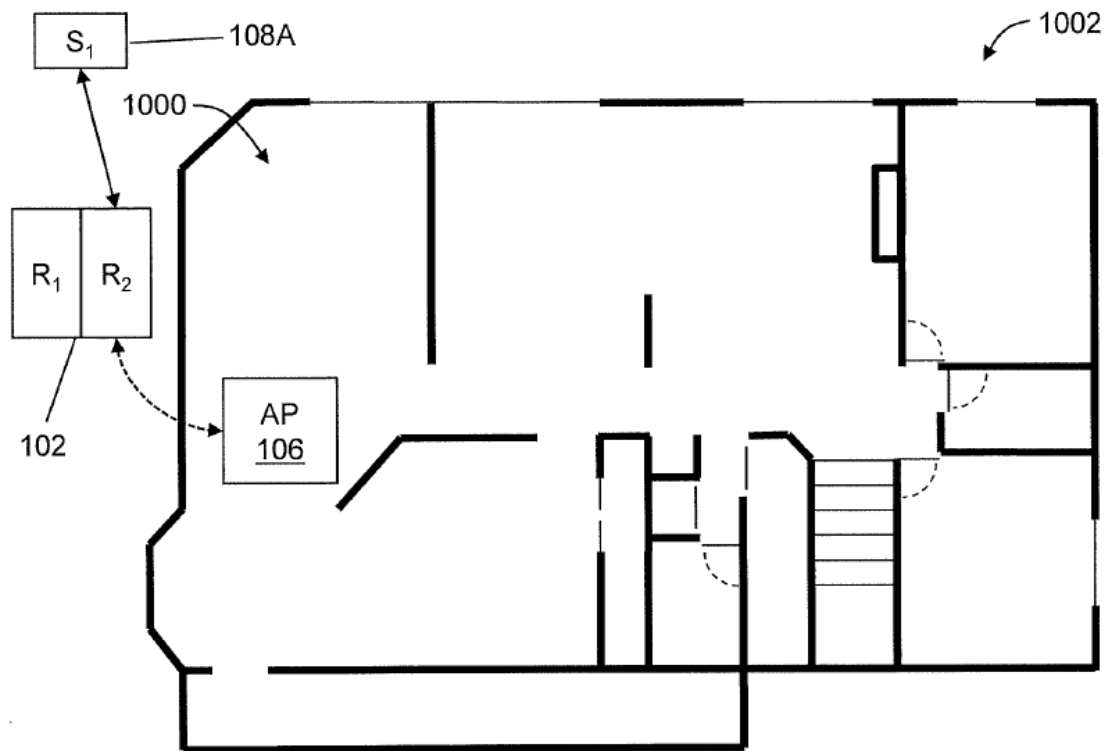


FIG. 10B

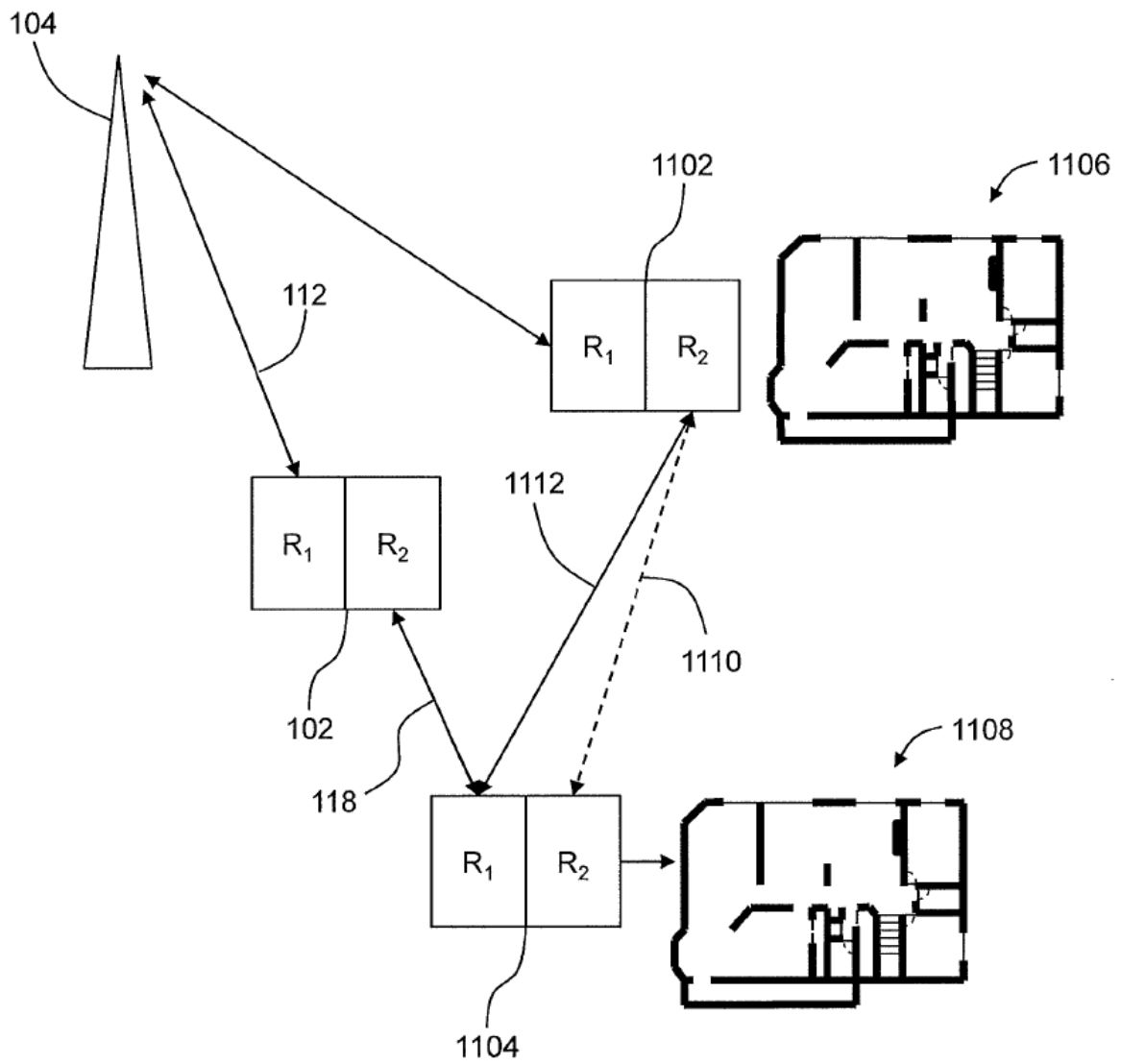


FIG. 11

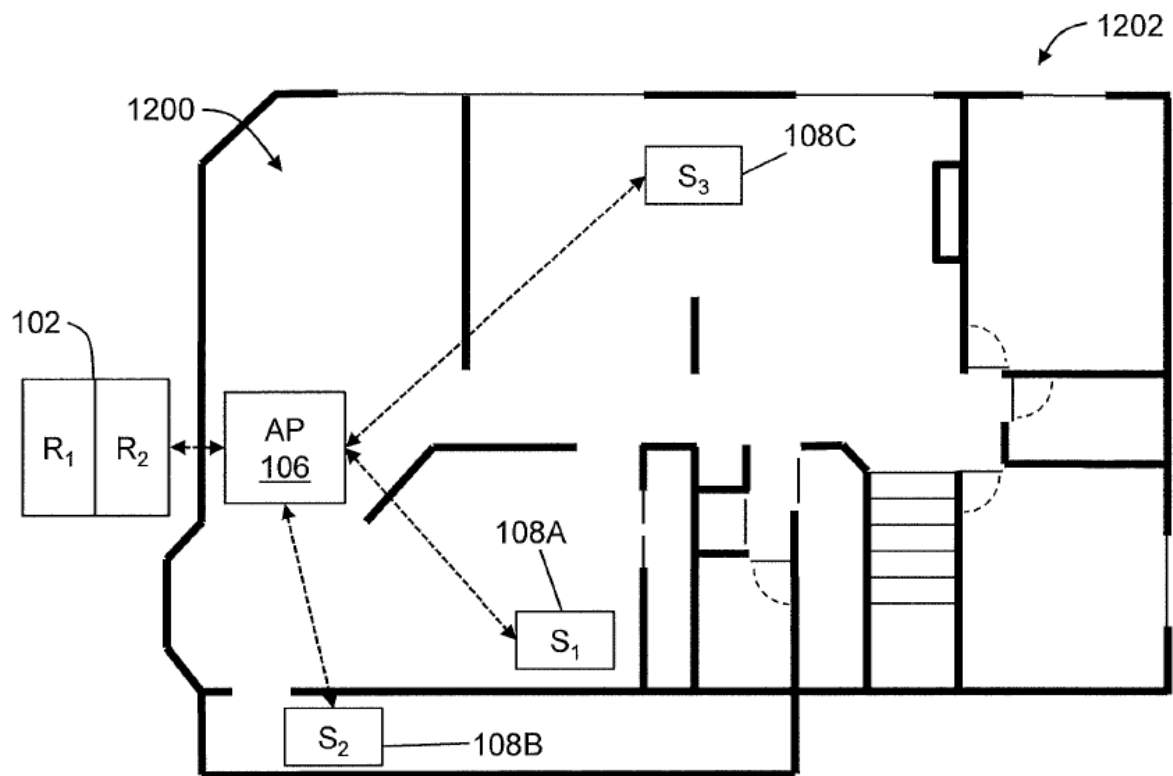


FIG. 12

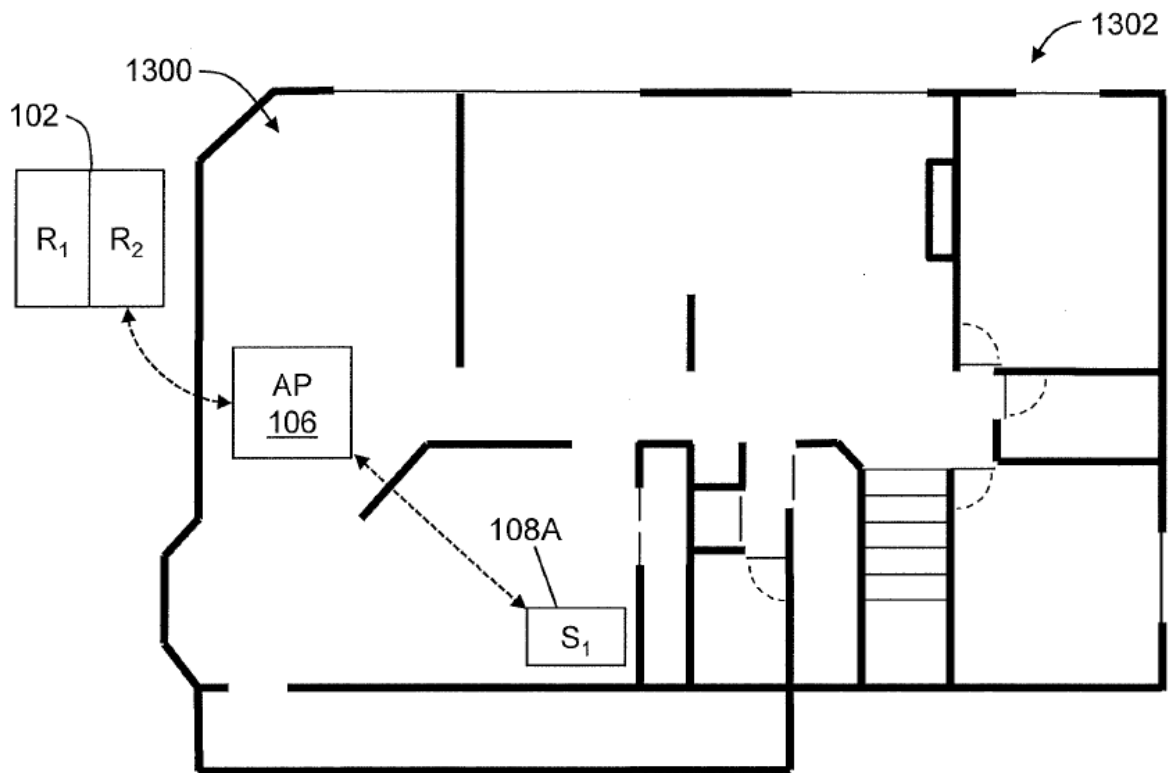


FIG. 13A

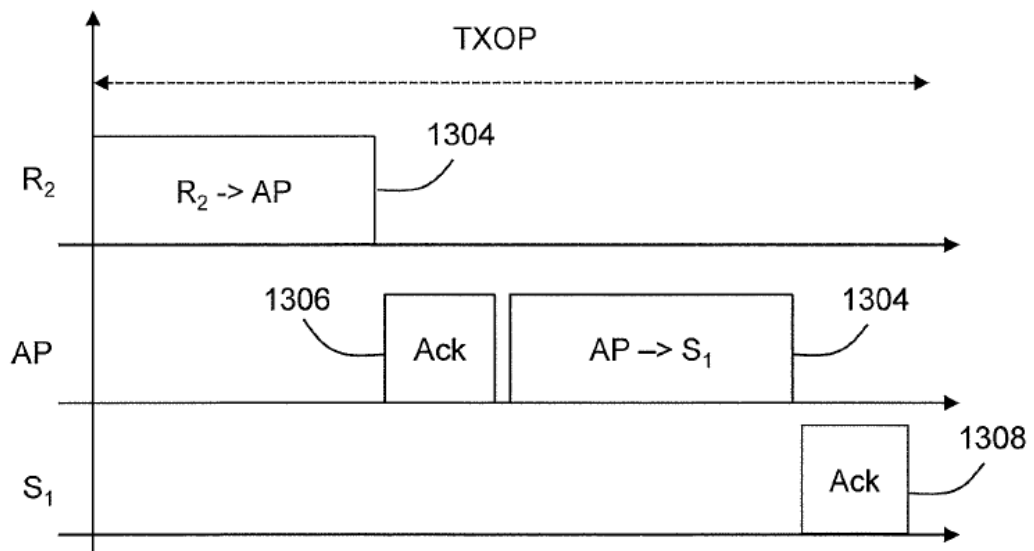


FIG. 13B