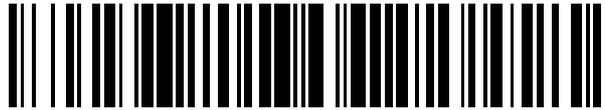


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 965**

51 Int. Cl.:

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/751 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2012 E 12759319 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2751963**

54 Título: **Descubrimiento de topología de una red híbrida**

30 Prioridad:

30.08.2011 US 201161529224 P

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

23.02.2016

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**HO, SAIYU DUNCAN;
MOHANTY, BIBHU PRASAD;
COHEN, ETAN GUR;
MALIK, RAHUL;
GELLENS, RANDALL C. y
KAPOOR, ROHIT**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 560 965 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

Descubrimiento de topología de una red híbrida

5 **SOLICITUDES RELACIONADAS**

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud provisional estadounidense con n.º de serie 61/529.224, presentada el 30 de agosto de 2011, y de la solicitud estadounidense con n.º de serie 13/599.715, presentada el 30 de agosto de 2012.

10

ANTECEDENTES

Las realizaciones del contenido inventivo se refieren en general al campo de los sistemas de comunicación y, más en particular, a un mecanismo para descubrir dispositivos en una red de comunicaciones híbrida.

15

Las redes de comunicaciones híbridas comprenden normalmente múltiples tecnologías de conexión en red (por ejemplo, tecnologías de red inalámbrica de área local (WLAN), tecnologías de comunicación por línea eléctrica, tecnologías Ethernet, etc.) que están interconectadas usando dispositivos con capacidad de conexión en puente que reenvían paquetes entre dispositivos que utilizan las diferentes tecnologías y medios de red para formar una única red de comunicación extendida. Una red de comunicaciones convergente también puede denominarse red de comunicaciones híbrida. Normalmente, los mecanismos de comunicación y las especificaciones de protocolo (por ejemplo, el descubrimiento de la topología y de dispositivos, la conexión en puente con otras redes, etc.) son únicos para cada tecnología de conexión en red. La red de comunicaciones convergente puede comprender dispositivos de comunicación híbridos y dispositivos de comunicación convencionales (o heredados).

20

25

La solicitud de patente estadounidense US 2010/0232317 A1 describe un algoritmo de descubrimiento de dispositivos vecinos para descubrir la topología de red de una red doméstica inalámbrica.

SUMARIO

30

Varias realizaciones proporcionan un protocolo de descubrimiento que permite que los nodos interesados en conocer la topología de una red descubran otros nodos de la red. El protocolo de descubrimiento puede incluir mensajes de descubrimiento de topología y mensajes de consulta de topología. Un nodo puede emitir mensajes de descubrimiento de topología tras encenderse, a intervalos periódicos o tras detectar un cambio en la topología de red. Los mensajes de descubrimiento de topología pueden difundirse a todos los nodos o a un subconjunto de nodos de una red y pueden identificar el nodo emisor en la red. En algunas realizaciones puede emitirse de manera casi simultánea más de un tipo de mensajes de descubrimiento de topología; por ejemplo, un primer tipo de mensajes de descubrimiento de topología para dispositivos compatibles con el protocolo P1905.1 y un segundo tipo de mensajes de descubrimiento de dispositivos heredados para dispositivos compatibles con el protocolo IEEE 802.1D.

35

40

Los nodos de la red que están interesados en adquirir detalles adicionales acerca de la topología de red pueden emitir mensajes de consulta de topología. Un mensaje de consulta de topología puede enviarse a un nodo particular (conocido a través de los mensajes de descubrimiento de topología) para solicitar una respuesta del nodo receptor acerca de los nodos vecinos del nodo receptor. En algunas realizaciones, la consulta de topología puede ser una solicitud única y el nodo receptor puede proporcionar una única respuesta. En realizaciones alternativas, la consulta de topología puede ser una solicitud de suscripción y el nodo receptor puede proporcionar una respuesta cuando el nodo receptor detecta un cambio en la topología de red. En cualquier caso, el nodo consultante puede usar los datos de respuesta para descubrir otros nodos y enviar a los nodos descubiertos mensajes de consulta de topología, de modo que el nodo consultante puede determinar una topología de red con un nivel de profundidad deseado.

45

50

En algunas realizaciones, un procedimiento comprende: recibir uno o más mensajes de descubrimiento en un primer nodo de una red que comprende una pluralidad de nodos, identificando el uno o más mensajes de descubrimiento al menos un nodo vecino del primer nodo; emitir, mediante el primer nodo, un mensaje de consulta de topología; recibir mediante el primer nodo al menos un mensaje de respuesta al mensaje de consulta de topología desde al menos un nodo respondedor, incluyendo el al menos un mensaje de respuesta datos que identifican cero o más nodos vecinos del al menos un nodo respondedor; y emitir, mediante el primer nodo, uno o más mensajes de consulta de topología a uno o más nodos vecinos identificados en el al menos un mensaje de respuesta.

55

60

En algunas realizaciones, el mensaje de consulta de topología comprende un mensaje de suscripción de topología, donde en respuesta al mensaje de suscripción de topología, un nodo receptor emite un mensaje de notificación de topología tras detectar un cambio en la topología de red.

65

En algunas realizaciones, el mensaje de suscripción de topología incluye una duración solicitada para una suscripción.

En algunas realizaciones, el procedimiento comprende además modificar la duración solicitada; y transmitir una

respuesta al mensaje de suscripción de topología, incluyendo la respuesta la duración solicitada modificada.

En algunas realizaciones, el procedimiento comprende además finalizar la suscripción en función del ajuste de la duración solicitada modificada a un valor que indica la finalización de la suscripción.

5 En algunas realizaciones, el uno o más mensajes de descubrimiento incluyen un primer mensaje de descubrimiento para un primer protocolo de descubrimiento de red y un segundo mensaje de descubrimiento para un segundo protocolo de descubrimiento de red, donde el primer mensaje de descubrimiento y el segundo mensaje de descubrimiento se emiten casi al mismo tiempo.

10 En algunas realizaciones, el procedimiento comprende además inferir, mediante el primer nodo, un tipo de puente entre el al menos un nodo vecino y el primer nodo en función de la recepción del primer mensaje de descubrimiento y la no recepción del segundo mensaje de descubrimiento.

15 En algunas realizaciones, los mensajes emitidos o recibidos por el primer nodo incluyen partes TLV (tipo, longitud y valor), y comprenden además determinar que un mensaje supera un tamaño máximo; y en respuesta a determinar que el mensaje supera un tamaño de unidad de transmisión máximo, fragmentar el mensaje en múltiples unidades de transmisión, donde la fragmentación se produce en el límite de una parte TLV.

20 En algunas realizaciones, el procedimiento comprende además restringir los mensajes de descubrimiento de topología o los mensajes de respuesta de topología a una tasa predeterminada o configurable.

En algunas realizaciones, el procedimiento comprende además agrupar los mensajes de descubrimiento de topología o los mensajes de respuesta de topología en cantidades de mensaje predeterminadas o configurables.

25 En algunas realizaciones, un procedimiento comprende: emitir, mediante un primer nodo de una red que comprende una pluralidad de nodos, uno o más mensajes de descubrimiento, identificando el uno o más mensajes de descubrimiento el primer nodo a uno o más nodos vecinos de la pluralidad de nodos; recibir, mediante el primer nodo, un mensaje de consulta de topología; y emitir, mediante el primer nodo, un mensaje de respuesta al mensaje de consulta de topología, incluyendo el mensaje de respuesta datos que identifican cero o más nodos vecinos del primer nodo.

30 En algunas realizaciones, el uno o más mensajes de descubrimiento se emiten por el primer nodo en respuesta al encendido del primer nodo, la expiración de un temporizador del primer nodo o la detección de un cambio en la topología por parte del primer nodo.

35 En algunas realizaciones, el primer nodo aplaza la transmisión del uno o más mensajes de descubrimiento durante un periodo de tiempo predeterminado o configurable tras el encendido del primer nodo.

40 En algunas realizaciones, un dispositivo de red comprende: una pluralidad de interfaces de red; y una unidad de descubrimiento de topología acoplada a la pluralidad de interfaces de red, estando configurada la unidad de descubrimiento de topología para recibir uno o más mensajes de descubrimiento, identificando el uno o más mensajes de descubrimiento al menos un nodo vecino del dispositivo de red; emitir un mensaje de consulta de topología; recibir al menos un mensaje de respuesta al mensaje de consulta de topología desde al menos un nodo respondedor, incluyendo el al menos un mensaje de respuesta datos que identifican cero o más nodos vecinos del al menos un nodo respondedor; y emitir uno o más mensajes de consulta de topología a uno o más nodos vecinos identificados en el al menos un mensaje de respuesta.

45 En algunas realizaciones, el mensaje de consulta de topología comprende un mensaje de suscripción de topología, donde en respuesta al mensaje de suscripción de topología, un nodo receptor emite un mensaje de notificación de topología tras detectar un cambio en la topología de red.

50 En algunas realizaciones, el mensaje de suscripción de topología incluye una duración solicitada para una suscripción.

55 En algunas realizaciones, el al menos un mensaje de respuesta incluye una duración solicitada modificada.

En algunas realizaciones, la unidad de descubrimiento de topología está configurada además para finalizar la suscripción en función del ajuste de la duración solicitada a un valor que indica la finalización de la suscripción.

60 En algunas realizaciones, el uno o más mensajes de descubrimiento incluyen un primer mensaje de descubrimiento para un primer protocolo de descubrimiento de red y un segundo mensaje de descubrimiento para un segundo protocolo de descubrimiento de red, donde el primer mensaje de descubrimiento y el segundo mensaje de descubrimiento se emiten casi al mismo tiempo.

65 En algunas realizaciones, la unidad de descubrimiento de topología está configurada además para inferir un tipo de

puente entre el al menos un nodo vecino y el dispositivo de red en función de la recepción del primer mensaje de descubrimiento y la no recepción del segundo mensaje de descubrimiento.

5 En algunas realizaciones, los mensajes emitidos o recibidos por la unidad de descubrimiento de topología incluyen partes TLV (tipo, longitud y valor), donde la unidad de descubrimiento de topología está configurada además para determinar que un mensaje supera un tamaño máximo, y en respuesta a determinar que el mensaje supera un tamaño de unidad de transmisión máximo, para fragmentar el mensaje en múltiples unidades de transmisión, donde la fragmentación se produce en el límite de una parte TLV.

10 En algunas realizaciones, la unidad de descubrimiento de topología está configurada además para restringir los mensajes de descubrimiento de topología o los mensajes de respuesta de topología a una tasa predeterminada o configurable.

15 En algunas realizaciones, la unidad de descubrimiento de topología está configurada además para agrupar los mensajes de descubrimiento de topología o los mensajes de respuesta de topología en cantidades de mensaje predeterminadas o configurables.

20 En algunas realizaciones, uno o más medios de almacenamiento legibles por máquina tienen instrucciones almacenadas en los mismos que cuando se ejecutan por uno o más procesadores hacen que el uno o más procesadores lleven a cabo operaciones que comprenden: recibir, mediante un primer nodo de una red que comprende una pluralidad de nodos, uno o más mensajes de descubrimiento, identificando el uno o más mensajes de descubrimiento al menos un nodo vecino del primer nodo; emitir, mediante el primer nodo, un mensaje de consulta de topología; recibir mediante el primer nodo al menos un mensaje de respuesta al mensaje de consulta de topología desde al menos un nodo respondedor, incluyendo el al menos un mensaje de respuesta datos que
25 identifican cero o más nodos vecinos del al menos un nodo respondedor; y emitir, mediante el primer nodo, uno o más mensajes de consulta de topología a uno o más nodos vecinos identificados en el al menos un mensaje de respuesta.

30 En algunas realizaciones, el mensaje de consulta de topología comprende un mensaje de suscripción de topología, donde en respuesta al mensaje de suscripción de topología, un nodo receptor emite un mensaje de notificación de topología tras detectar un cambio en la topología de red.

35 En algunas realizaciones, el mensaje de suscripción de topología incluye una duración solicitada para una suscripción.

En algunas realizaciones, las operaciones comprenden además modificar la duración solicitada; y transmitir una respuesta al mensaje de suscripción de topología, incluyendo la respuesta la duración solicitada modificada.

40 En algunas realizaciones, las operaciones comprenden además finalizar la suscripción en función del ajuste de la duración solicitada modificada a un valor que indica la finalización de la suscripción.

45 En algunas realizaciones, el uno o más mensajes de descubrimiento incluyen un primer mensaje de descubrimiento para un primer protocolo de descubrimiento de red y un segundo mensaje de descubrimiento para un segundo protocolo de descubrimiento de red, donde el primer mensaje de descubrimiento y el segundo mensaje de descubrimiento se emiten casi al mismo tiempo.

50 En algunas realizaciones, las operaciones comprenden además inferir, mediante el primer nodo, un tipo de puente entre el al menos un nodo vecino y el primer nodo en función de la recepción del primer mensaje de descubrimiento y la no recepción del segundo mensaje de descubrimiento.

55 En algunas realizaciones, los mensajes emitidos o recibidos por el primer nodo incluyen partes TLV (tipo, longitud y valor), donde las operaciones comprenden además determinar que un mensaje supera un tamaño máximo; y en respuesta a determinar que el mensaje supera un tamaño de unidad de transmisión máximo, fragmentar el mensaje en múltiples unidades de transmisión, donde la fragmentación se produce en el límite de una parte TLV.

En algunas realizaciones, las operaciones comprenden además restringir los mensajes de descubrimiento de topología o los mensajes de respuesta de topología a una tasa predeterminada o configurable.

60 En algunas realizaciones, las operaciones comprenden además agrupar los mensajes de descubrimiento de topología o los mensajes de respuesta de topología en cantidades de mensaje predeterminadas o configurables.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

65 Las presentes realizaciones se entenderán mejor y numerosos objetivos, características y ventajas resultarán evidentes a los expertos en la técnica haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 es un diagrama de bloques de ejemplo que ilustra un sistema para determinar una topología en una red híbrida.

5 La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones de ejemplo para determinar una topología en una red híbrida.

La Figura 3 ilustra un diagrama de secuencias de ejemplo para determinar una topología en una red híbrida.

10 La Figura 4 ilustra operaciones de ejemplo para fragmentar mensajes que superan un tamaño de carga útil máximo.

15 La Figura 5 es un diagrama de bloques de ejemplo de una realización de un dispositivo electrónico que incluye un mecanismo para descubrir dispositivos de red heredados, dispositivos de red híbridos y puentes en una red de comunicaciones híbrida.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

20 Esta memoria descriptiva incluye referencias a "una realización". Las veces en que aparece la expresión "en una realización" no se refieren necesariamente a la misma realización. Propiedades, estructuras o características particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada conforme a esta divulgación.

25 Varias unidades, circuitos u otros componentes pueden describirse o reivindicarse como "configurado/a para" llevar a cabo una tarea o varias tareas. En tales contextos, "configurado/a para" se usa para connotar una estructura indicando que las unidades / circuitos / componentes incluyen una estructura (por ejemplo, un sistema de circuitos) que lleva a cabo esa tarea o tareas durante el funcionamiento. De este modo, puede decirse que la unidad / circuito / componente puede estar configurado/a para llevar a cabo la tarea incluso cuando la unidad /circuito / componente específico/a no está funcionando en un momento dado (por ejemplo, no está encendido/a). Las unidades / circuitos / componentes usados con la expresión "configurado/a para" incluyen hardware, por ejemplo circuitos o una memoria que almacena instrucciones de programa que pueden ejecutarse para implementar la operación, etc. Además, 30 "configurado/a para" puede incluir una estructura genérica (por ejemplo, un sistema de circuitos genérico) manipulada mediante software y/o firmware (por ejemplo, una FPGA o un procesador de propósito general que ejecuta software) para funcionar de tal modo que pueda llevar a cabo la(s) tarea(s) en cuestión.

35 Los términos "primero", "segundo", etc., se usan como etiquetas para los nombres a los que preceden y no establecen ningún tipo de orden (por ejemplo espacial, temporal, lógico, etc.). Por ejemplo, en una red compatible con el protocolo P1905.1, los términos "primer" y "segundo" mensaje pueden usarse para hacer referencia a dos mensajes cualesquiera. Dicho de otro modo, el "primer" y el "segundo" mensaje no están limitados a la secuencia lógica de 0 y 1.

40 La expresión "en función de" se usa para describir uno o más factores que afectan a una determinación. Esta expresión no excluye factores adicionales que puedan afectar a una determinación. Es decir, una determinación puede basarse solamente en esos factores o basarse, al menos en parte, en esos factores. Considérese la expresión "determinar A en función de B". Aunque B puede ser un factor que afecta a la determinación de A, tal expresión no excluye la determinación de A también en función de C. En otros casos, A puede determinarse 45 solamente en función de B.

50 La siguiente descripción incluye sistemas, procedimientos, técnicas, secuencias de instrucciones y productos de programa informáticos de ejemplo que representan las técnicas del presente contenido inventivo. Sin embargo, debe entenderse que las realizaciones descritas pueden llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. Por ejemplo, aunque en algunas realizaciones el mecanismo de descubrimiento de topología puede implementarse para redes de comunicaciones híbridas que comprenden dispositivos de red inalámbrica de área local (WLAN) (por ejemplo, dispositivos IEEE 802.11n), dispositivos de red por línea eléctrica (por ejemplo, dispositivos HomePlug AV) y dispositivos Ethernet, en otras realizaciones el mecanismo de descubrimiento de topología puede implementarse en 55 redes de comunicaciones híbridas que pueden comprender otros tipos adecuados de dispositivos de red que implementan otras normas / protocolos (por ejemplo, WiMAX, etc.). En otros ejemplos, para simplificar la descripción, no se muestran en detalle instrucciones, protocolos, estructuras o técnicas ampliamente conocidos.

60 Una red de comunicaciones híbrida se crea normalmente interconectando redes de comunicaciones (que admiten diferentes protocolos de comunicación) a través de diferentes tecnologías de red y medios de comunicación. Una red doméstica digital convergente (CDHN) es un ejemplo de una red híbrida de este tipo, aunque existen otros muchos tipos de redes híbridas. La red de comunicaciones híbrida puede comprender dispositivos de comunicación de múltiples interfaces ("dispositivos híbridos") que están configurados para funcionar con múltiples tecnologías de conexión en red, así como dispositivos de comunicación convencionales de una sola interfaz ("dispositivos heredados"). Es deseable que los dispositivos híbridos y los dispositivos heredados implementen protocolos de 65 descubrimiento de topología y otros protocolos de intercambio de información para anunciar su presencia a otros dispositivos de la red de comunicaciones híbrida. Para un encaminamiento de paquetes correcto y para permitir el

ahorro de energía y otras optimizaciones, los dispositivos de la red deben conocer la topología de la red de comunicaciones híbrida. Las técnicas existentes de descubrimiento de topología pueden basarse en la configuración manual de parámetros de red o en la provisión explícita de información de topología que puede ser muy complicada para los usuarios.

5 Se dan a conocer varias realizaciones para estructuras de mensaje y de descubrimiento de topología en una red de comunicaciones híbrida (por ejemplo, una CDHN). Aunque, para un mejor entendimiento, la siguiente divulgación se describe en relación con redes y dispositivos compatibles con el protocolo P1905.1, las realizaciones dadas a conocer pueden aplicarse a otros tipos de redes y tecnologías. Una red de comunicaciones híbrida puede permitir la utilización y la interacción de tecnologías de conexión en red heterogéneas. Tecnologías de conexión en red heterogéneas de ejemplo pueden incluir redes de línea eléctrica (IEEE P1901), WiFi (IEEE 802.11), Ethernet (IEEE 802.3) y MoCA 1.1, entre otras. Los dispositivos híbridos pueden seleccionar una interfaz de manera dinámica para la transmisión de paquetes que llegan desde cualquier interfaz (por ejemplo, capas de protocolo superiores o tecnologías de red subyacentes). También se permite la calidad de servicio (QoS) de extremo a extremo. En algunas realizaciones, la red de comunicaciones híbrida puede interactuar con otra red (por ejemplo, una LAN proporcionada por un proveedor de servicios). Los mecanismos de descubrimiento de topología descritos en el presente documento pueden permitir que los dispositivos determinen la topología para la conectividad de toda la red (o un subconjunto de la red). Además, las estructuras de mensaje descritas en el presente documento pueden permitir la fragmentación y proporcionar información general (por ejemplo, dirección de interfaz origen, dirección de interfaz destino, etc.) del mensaje. Tales estructuras de mensaje pueden usarse en protocolos de descubrimiento de topología, de seguridad y de configuración de la red, entre otros tipos de protocolos.

En realizaciones particulares, el protocolo de descubrimiento de topología dado a conocer puede permitir que los dispositivos (por ejemplo, dispositivos compatibles con el protocolo P1905.1) descubran otros dispositivos (por ejemplo, dispositivos compatibles con el protocolo P1905.1, dispositivos heredados, etc.) en una red híbrida, tal como una CDHN. El protocolo de descubrimiento de topología también puede permitir que los dispositivos rellenen una base de datos de topología. Por ejemplo, la base de datos de topología puede ser una base de datos de topología P1905.1. El protocolo de descubrimiento de topología también puede permitir la actualización de la base de datos de topología en caso de un cambio en la topología de red.

En varias realizaciones, el protocolo de descubrimiento de topología puede permitir que los dispositivos determinen a qué dispositivos pueden acceder y, por extensión, un dispositivo (por ejemplo, un mapeador del dispositivo) puede inferir una topología de red más completa. El protocolo también puede permitir que los dispositivos reciban notificaciones de otros dispositivos acerca de cualquier cambio en la topología de la red.

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de ejemplo para determinar una topología de red en una red de comunicaciones híbrida 100. Como se ha descrito anteriormente, la red de comunicaciones híbrida 100 puede comprender dispositivos de comunicaciones (por ejemplo, dispositivos híbridos, puentes, dispositivos heredados, etc.) que implementan uno o más protocolos de comunicaciones (por ejemplo, WLAN, HomePlug AV, Ethernet, etc.) según varias normas de conexión en red y que pueden funcionar de manera inalámbrica o a través de varios medios cableados (línea eléctrica, cable coaxial, cable telefónico de par trenzado no blindado, cable de par trenzado blindado CAT5, etc.). En algunas implementaciones, los dispositivos híbridos pueden ser dispositivos electrónicos que comprenden capacidades de conexión en puente a través de múltiples tipos de interfaces de red, además de capacidades de comunicación a través de múltiples tipos de interfaces de red. Tales dispositivos híbridos pueden denominarse "puentes híbridos". Los dispositivos híbridos también pueden ser dispositivos electrónicos que comprenden capacidades de comunicación a través de múltiples tipos de interfaces de red, pero que no comprenden capacidades de conexión en puente. Tales dispositivos híbridos pueden denominarse "dispositivos de comunicación híbridos". En algunas implementaciones, los dispositivos heredados pueden ser dispositivos electrónicos que comprenden capacidades de conexión en puente, además de capacidades de comunicación, que pueden denominarse en el presente documento "puentes heredados". Los dispositivos heredados también pueden ser dispositivos electrónicos que comprenden capacidades de comunicación pero que no comprenden capacidades de conexión en puente. Tales dispositivos heredados pueden denominarse "dispositivos de comunicación heredados". En la Figura 1, la red de comunicaciones híbrida 100 de ejemplo comprende dos segmentos de red 120 y 122. El segmento de red 120 comprende dispositivos híbridos 102 y 116, y un dispositivo heredado 106. El segmento de red 122 comprende un dispositivo híbrido 104 y un dispositivo heredado 108. Un puente 110 acopla el segmento de red 120 y el segmento de red 122. El puente 110 puede ser un puente híbrido o un puente heredado. El dispositivo híbrido 102 incluye una unidad de descubrimiento de topología 112 y una unidad de mapeo 114. Asimismo, aunque no se muestra en la Figura 1, los dispositivos híbridos 104 y 116 también pueden incluir opcionalmente sus propias unidades de descubrimiento de topología de dispositivos y unidades de mapeo respectivas. En algunas realizaciones, los dispositivos híbridos 102, 104 y/o 116 pueden ser puentes híbridos o dispositivos de comunicación híbridos. Asimismo, los dispositivos heredados 106 y 108 pueden ser puentes heredados o dispositivos de comunicación heredados.

En algunas implementaciones, los dispositivos híbridos 102, 104 y 116 pueden incluir múltiples interfaces de comunicación, cada una de las cuales acopla el dispositivo híbrido a diferentes tipos de redes de comunicación. Por ejemplo, el dispositivo híbrido 102 puede incluir tres interfaces de comunicación (por ejemplo, una interfaz de línea

eléctrica, una interfaz Ethernet y una interfaz de red inalámbrica de área local (WLAN)) que permiten al dispositivo híbrido 102 conectarse a una red de comunicaciones de línea eléctrica, una Ethernet y una WLAN, respectivamente. Debe observarse que aunque la Figura 1 no muestra explícitamente múltiples interfaces de comunicación para los dispositivos híbridos 102, 104 y 116, los dispositivos híbridos 102, 104 y 116 pueden comprender dos o más interfaces de comunicación que acoplan los dispositivos híbridos a dos o más redes de comunicaciones. Los dispositivos heredados comprenden normalmente una sola interfaz de comunicaciones para la comunicación a través de la red de comunicaciones correspondiente. Por ejemplo, los dispositivos heredados 106 y 108 pueden comprender una interfaz Ethernet para la comunicación vía Ethernet.

En algunas implementaciones descritas en el presente documento, puede usarse un protocolo de descubrimiento de topología de dos fases. El protocolo de descubrimiento de topología de dos fases puede incluir una primera fase en la que los dispositivos anuncian su presencia emitiendo mensajes de descubrimiento de topología a otros nodos de la red de comunicaciones híbrida 100, y una segunda fase en la que los dispositivos interesados en determinar una topología de red emiten mensajes de consulta de topología a nodos seleccionados de la red de comunicaciones híbrida 100. Una unidad de mapeo 114 puede usar la información obtenida en respuestas a los mensajes de consulta de topología para generar un mapa topológico en una base de datos topológica. Por tanto, durante la primera fase, algunos o todos los dispositivos híbridos 102, 104 y 116 pueden difundir mensajes de descubrimiento de topología para anunciar su presencia en la red de comunicaciones híbrida 100. Por ejemplo, el dispositivo híbrido 116 puede difundir un mensaje de descubrimiento de topología que incluye un identificador del dispositivo híbrido 116 para anunciar su presencia en la red de comunicaciones híbrida 100 a los dispositivos híbridos 102 y 104.

En algunas realizaciones, la red de comunicaciones híbrida 100 incluye dispositivos compatibles con el protocolo P1905.1. En tales realizaciones, el protocolo de descubrimiento de topología de dos fases puede incluir un mecanismo de descubrimiento de multidifusión, que se usa en la primera fase, y un mecanismo de descubrimiento de topología de unidifusión, que se usa en la segunda fase. El mecanismo de descubrimiento de topología de unidifusión puede incluir un procedimiento de consulta / respuesta de topología y/o un procedimiento de suscripción / notificación de topología, como se describe en el presente documento. Durante la segunda fase del protocolo de descubrimiento de topología, el mecanismo de descubrimiento de topología de unidifusión puede habilitar un mapeador P1905.1 (por ejemplo, la unidad de mapeo 114 del dispositivo híbrido 102) para obtener otra información de un vecino del dispositivo compatible con el protocolo P1905.1. Por ejemplo, un mapeador P1905.1 puede generar un mapa de red más completo enviando mensajes de consulta de topología o de solicitud de suscripción de topología a cada uno de sus dispositivos vecinos compatibles con el protocolo P1905.1 para obtener información de topología relacionada con los vecinos del dispositivo vecino (a través de mensajes de respuesta de topología o de notificación de topología). El procedimiento de consulta / respuesta de topología puede permitir que un dispositivo obtenga información acerca de otro dispositivo, así como de otros vecinos del dispositivo. Además, en algunas implementaciones, el dispositivo puede implementar el procedimiento de suscripción / notificación de topología, que puede permitir que un dispositivo se suscriba para recibir notificaciones de cualquier cambio de topología en otro dispositivo. Tras la detección de un cambio en la topología, un mensaje (por ejemplo, un mensaje de notificación de topología) puede enviarse a un dispositivo de abonado.

En una realización, durante la primera fase del protocolo de descubrimiento de topología, un dispositivo puede enviar múltiples tipos de mensajes de multidifusión en cada una de sus interfaces. Por ejemplo, un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede enviar un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados y un mensaje de descubrimiento de topología en cada una de sus interfaces. En algunas realizaciones, el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados puede usarse para añadir información acerca de dispositivos heredados a los que puede accederse en la red híbrida y que pueden no haber implementado el protocolo P1905.1. Además, el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados, en combinación con un mensaje de descubrimiento de topología, puede usarse para determinar un tipo de puente entre un dispositivo P1905.1 y otros dispositivos de la red de comunicaciones híbrida en función de, al menos en parte, si el puente reenvía o no el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados o el mensaje de descubrimiento de topología, como se describe posteriormente en detalle. En algunas realizaciones, el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados es un mensaje de descubrimiento compatible con LLDP (protocolo de descubrimiento de capa de enlace) que puede enviarse a la dirección de multidifusión del puente LLDP más cercano. El mensaje de descubrimiento de topología puede enviarse a una dirección de multidifusión predeterminada, tal como la dirección de multidifusión P1905.1. El mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados y el mensaje de descubrimiento de topología pueden reenviarse de diferentes maneras mediante diferentes tipos de dispositivos. Por ejemplo, un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados puede reenviarse mediante puentes compatibles con el protocolo P1905.1 y puentes heredados compatibles con el protocolo IEEE 802.1-D. El mensaje de descubrimiento de topología puede reenviarse mediante puentes heredados compatibles con el protocolo IEEE 802.1-D pero, en algunos casos, no puede reenviarse mediante puentes compatibles con el protocolo P1905.1.

Un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 (por ejemplo, una unidad de mapeo 114 del dispositivo híbrido 102) puede generar un mapa de red más completo enviando un mensaje de consulta de topología o un mensaje de solicitud de suscripción de topología a un dispositivo vecino compatible con el protocolo P1905.1 para obtener información de topología relacionada con los vecinos del dispositivo vecino (por ejemplo, a través de un mensaje de respuesta de topología o un mensaje de notificación de topología enviado por el dispositivo vecino en respuesta al

mensaje de consulta de topología o el mensaje de solicitud de suscripción de topología). El dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede enviar los mensajes de consulta de topología o los mensajes de solicitud de suscripción de topología a algunos o todos los dispositivos vecinos, compatibles con el protocolo P1905.1, del dispositivo vecino, y así sucesivamente, para obtener información de topología de red con una profundidad deseada. Debe observarse que, en algunas implementaciones, un primer dispositivo no tiene que estar físicamente adyacente a un segundo dispositivo para considerarse un "dispositivo vecino". En cambio, el primer dispositivo simplemente puede ser "adyacente de manera comunicativa" con al menos una interfaz del segundo dispositivo para que el primer dispositivo y el segundo dispositivo sean vecinos. En realizaciones particulares, un dispositivo es un "vecino" si otro dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede acceder al mismo sin necesidad de puentes. Algunos dispositivos pueden ser accesibles pero no vecinos, por ejemplo un dispositivo heredado o compatible con el protocolo P1905.1 conectado en puente con otro dispositivo compatible con el protocolo P1905.1.

En algunas realizaciones, el procedimiento de descubrimiento de multidifusión, el procedimiento de consulta / respuesta de topología y el procedimiento de suscripción / notificación de topología pueden permitir que dispositivos compatibles con el protocolo P1905.1 descubran, generen y/o mantengan información de topología de red. Los diversos mecanismos o procedimientos pueden utilizar uno o más de los siguientes mensajes: un mensaje de descubrimiento de topología (multidifusión), un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados (multidifusión), un mensaje de consulta de topología (unidifusión), un mensaje de respuesta de topología (unidifusión), un mensaje de solicitud de suscripción de topología (unidifusión) y un mensaje de notificación de topología (unidifusión). Con referencia a las Figuras 2 a 4, a continuación se proporcionan detalles adicionales acerca de los mensajes antes enumerados y del uso de los mensajes por parte de dispositivos y unidades de descubrimiento de topología 112 de dispositivos híbridos de la red de comunicaciones híbrida 100.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones de ejemplo de un procedimiento 200 para determinar una topología en una red de comunicaciones híbrida. El procedimiento 200 comienza en el bloque 202, cuando un dispositivo de una red de comunicaciones híbrida (por ejemplo, una CDHN) emite uno o más mensajes de descubrimiento de topología. Los mensajes pueden incluir una o más partes TLV (tipo, longitud, valor) de mensaje. En una realización, un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede transmitir el mensaje de descubrimiento de topología en todas sus interfaces, dirigido hacia una dirección de multidifusión P1905.1. La transmisión puede producirse por varios motivos. Por ejemplo, un mensaje de descubrimiento de topología puede enviarse cuando se suministra energía al dispositivo compatible con el protocolo P1905.1. Además, el mensaje de descubrimiento de topología puede enviarse periódicamente; por ejemplo, el mensaje de descubrimiento de topología puede enviarse en una cantidad de tiempo determinada (por ejemplo, 60 segundos) después del envío del último mensaje de descubrimiento de topología. Como otro ejemplo, un mensaje de descubrimiento de topología puede enviarse cuando el dispositivo transmisor detecta un cambio en la topología. El cambio en la topología puede indicarse mediante un cambio en cualquier información recibida en un mensaje de respuesta de consulta de topología. El cambio en la topología también puede determinarse por un dispositivo transmisor en respuesta a la detección de que un dispositivo vecino del dispositivo transmisor ya no puede comunicarse con el dispositivo transmisor. Como un cuarto ejemplo, un mensaje de descubrimiento de topología puede enviarse por un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 cuando éste recibe un mensaje de descubrimiento de topología de un nuevo dispositivo. En algunas realizaciones, un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 que recibe mensajes de descubrimiento de topología adicionales desde nuevos dispositivos puede aplazar el envío de sus propios mensajes de descubrimiento de topología adicionales hasta que haya transcurrido un periodo de tiempo (por ejemplo, 60 segundos) desde el envío de los últimos mensajes de descubrimiento de topología por parte del dispositivo compatible con el protocolo P1905.1. Los expertos en la técnica, que cuentan con el beneficio de la divulgación, apreciarán que otras situaciones, dependiendo de la implementación, también pueden provocar el envío de un mensaje de descubrimiento de topología. El mensaje de descubrimiento de topología puede incluir un ID de sesión que, en algunas realizaciones, puede generarse tras la inicialización del dispositivo (por ejemplo, su encendido o reinicio) y puede ser único durante un periodo de tiempo. Una TLV de tipo de identificador de sesión puede incluirse en un mensaje de descubrimiento de topología. Una TLV de tipo de identificador de sesión de ejemplo se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Campo	Longitud	Valor	Descripción
Tipo TLV	1 octeto	1	Tipo de identificador de sesión
Longitud TLV	1 octeto	4	n.º de octetos en campo subsiguiente
Valor TLV	4 octetos		Identificador de sesión

En una realización, un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede transmitir un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados en todas sus interfaces cuando se envíe un mensaje de descubrimiento de topología. Dicho de otro modo, un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede enviar un mensaje de descubrimiento de topología y un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados en todas las interfaces del dispositivo compatible con el protocolo P1905.1. El mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados puede

incluir paquetes LLDP enviados a la dirección de multidifusión LLDP (usando el campo 'Ethertype' de LLDP). El mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados puede incluir el ID de dispositivo P1905.1 del dispositivo emisor. Una información de cabecera de trama Ethernet de ejemplo en la que puede transportarse un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados se describe en la Tabla 2.

5

Tabla 2

Campo	Longitud	Descripción
SA	6 octetos	ID MAC específico de interfaz de la interfaz del dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 desde el cual se transmite un mensaje de descubrimiento de topología P1905.1.
DA	6 octetos	01-80-C2-00-00-0E Dirección MAC de grupo de puentes más cercanos
Ethertype	2 octetos	88-CC Ethertype LLDP
Carga útil	Entre 46 y 1500 octetos	LLDPDU

En una realización, las siguientes TLV de LLDP pueden usarse para formar una LLDPDU (unidad de datos de protocolo de descubrimiento de capa de enlace): una TLV de ID de chasis, una TLV de ID de puerto, una TLV de tiempo de vida y una TLV de finalización de LLDPDU. La TLV de ID de chasis puede incluir un subtipo de ID de chasis, que puede fijarse a 4 (dirección MAC). El ID de chasis puede fijarse a la dirección MAC P1905.1. La TLV de ID de puerto puede incluir un subtipo de ID de puerto, que puede fijarse a 3 (dirección MAC (IEEE 802)). El ID de puerto puede fijarse al ID MAC de la interfaz en la que se transmite el mensaje. La TLV de tiempo de vida puede incluir un valor de tiempo de vida (TTL) (por ejemplo, 180 segundos).

10

15

En una realización, un contenedor de mensaje P1905.1 puede usarse para transportar varias TLV desde un dispositivo transmisor a uno o más dispositivos receptores. Por ejemplo, la TLV puede transmitirse a un dispositivo receptor si la dirección de destino es una dirección de unidifusión y a más de un dispositivo receptor si la dirección de destino es una dirección de multidifusión. Si el mensaje es demasiado grande para caber en una trama Ethernet, pueden crearse múltiples fragmentos en los límites de las TLV para formar múltiples mensajes. La Tabla 3 incluye un ejemplo de una cabecera de trama de Ethernet en la que se transporta el mensaje:

20

Tabla 3

Campo	Longitud	Descripción
SA	6 octetos	ID MAC específico de interfaz del dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 desde el cual se transmite un paquete compatible con el protocolo P1905.1.
DA	6 octetos	ID MAC específico de interfaz del dispositivo destinatario compatible con el protocolo P1905.1 para mensajes de unidifusión o nueva dirección MAC de multidifusión P1905.1 para mensajes de multidifusión
Ethertype	2 octetos	Ethertype P1905.1
Carga útil	Entre 46 y 1500 octetos	Cuerpo de mensaje P1905.1 (véase la Tabla 4)

La Tabla 4 incluye un formato de contenedor de mensaje P1905.1 de ejemplo.

Tabla 4

TA	6 octetos		ID MAC P1905.1 de dispositivo transmisor
RA	6 octetos		Para mensaje de unidifusión, este es el ID MAC P1905.1 del dispositivo receptor Para mensaje de multidifusión, esta es una nueva dirección MAC de multidifusión P1905.1 para mensajes de multidifusión
Tipo de medios	6 octetos		El tipo de medios de salida del puerto en el que se transmite el mensaje
Tipo de mensaje	1 octeto	0x00 ó 0x01 si DA está fijado a la dirección de multidifusión P1905.1 0x02~0x07 en otro caso	0x00: Mensaje de anuncio 0x01: Mensaje de comando global 0x02: Mensaje de consulta 0x03: Mensaje de respuesta de consulta 0x04: Mensaje de solicitud de suscripción 0x05: Mensaje de confirmación de suscripción 0x06: Mensaje de notificación

			0x07: Mensaje de confirmación de notificación 0x08~0xFF: Reservados
Subtipo de mensaje	1 octeto		0x00: Topología 0x01: Seguridad 0x02: Métrica de rendimiento de enlace 0x03~0xFF: Reservados
Identificador de transacción	4 octetos		Identificador único para una transacción; una respuesta usará el mismo identificador de transacción como su solicitud correspondiente
Número de fragmento	1 octeto		Identifica el número de fragmento para un identificador de transacción dado
Indicador de último fragmento	1 bit		'1': último fragmento '0': no último fragmento
Campo reservado	7 bits	Todo ceros	Todos los valores están reservados
TLVs de protocolo P1905.1	Longitud variable		TLV(s) (véase más arriba)
TLV de fin de mensaje	2 octetos		TLV de fin de mensaje (véase la Tabla 5)

La Tabla 5 incluye una TLV de fin de mensaje de ejemplo:

Tabla 5

Campo	Longitud	Valor	Descripción
Tipo TLV	1 octeto	0x00	TLV de fin de mensaje
Longitud TLV	1 octeto	0x00	n.º de octetos en campo subsiguiente

5 En el bloque 204, un primer nodo recibe el uno o más mensajes de descubrimiento emitidos en el bloque 202 y puede usar la información del mensaje para actualizar una topología de red mantenida en el primer nodo. En algunas realizaciones, el mecanismo de descubrimiento de multidifusión y los formatos de mensaje descritos anteriormente pueden permitir a un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 descubrir la existencia de otros dispositivos compatibles con el protocolo P1905.1 y dispositivos heredados, en la medida de lo posible, a través del mensaje de descubrimiento de topología y del mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados. El mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados, en combinación con el mensaje de descubrimiento de topología, puede usarse para ayudar en la detección de la existencia en la topología de red híbrida de uno o más puentes heredados entre un transmisor y un receptor del mensaje. Un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede inferir que una de sus interfaces tiene otro dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 como vecino sin la presencia intermedia de un puente heredado cuando recibe, en esa interfaz, un mensaje de descubrimiento de topología y un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados transmitidos por el mismo dispositivo P1905.1. Un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede inferir la presencia de uno o más puentes heredados entre el mismo y otro dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 cuando recibe solamente un mensaje de descubrimiento de topología transmitido por el otro dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 y no un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados desde ese dispositivo en esa interfaz. En caso de que un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados se pierda o esté dañado, un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede inferir erróneamente que hay un puente heredado entre el mismo y otro dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 cuando, de hecho, no hay ningún puente heredado. La transmisión de ambos tipos de mensajes a intervalos periódicos puede permitir que el dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 corrija la inferencia errónea acerca de la presencia de un puente heredado, ya que el dispositivo receptor puede recibir posteriormente otro mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados y actualizar su información para corregir su información de topología eliminando el puente heredado inferido erróneamente.

30 Los bloques 206 a 210 describen un procedimiento de consulta / respuesta de topología que puede permitir a un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 consultar y recuperar información de topología de otro dispositivo a través de un mensaje de consulta de topología y un mensaje de respuesta de topología.

35 En el bloque 206, en varias realizaciones, el primer nodo emite un mensaje de consulta de topología. Un mensaje de consulta de topología puede enviarse desde un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 a otro en cualquier momento. Como se describe en el presente documento, el mensaje de consulta de topología puede ser de unidifusión. En algunas realizaciones, no es necesario incluir ninguna TLV en el mensaje de consulta de topología. El mensaje de consulta de topología puede incluir el ID de dispositivo P1905.1 del dispositivo emisor y un ID de transacción único para la consulta. Si el dispositivo consultante no recibe un mensaje de respuesta de topología que contenga el mismo ID de transacción que se incluyó en el mensaje de consulta de topología, puede reenviar el mensaje de consulta de topología.

En el bloque 208, el primer nodo recibe una o más respuestas al mensaje de consulta de topología. En algunas

realizaciones, tras recibir un mensaje de consulta de topología, un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede responder con un mensaje de respuesta de topología. En algunas realizaciones, el dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 responde a un mensaje de consulta de topología recibido con un mensaje de respuesta de topología. Un mensaje de respuesta de topología puede enviarse por cada mensaje de consulta de topología. Un mensaje de respuesta de topología puede enviarse en cualquier puerto, independientemente del puerto en el que se haya recibido. El mensaje de respuesta de topología puede contener el mismo ID de transacción que el recibido en el mensaje de consulta de topología, el ID de dispositivo P1905.1 del dispositivo emisor, y para cada uno de los puertos del dispositivo receptor, la dirección MAC y el tipo / subtipo de medios del puerto, y una lista de dispositivos heredados vecinos y de dispositivos vecinos compatibles con el protocolo P1905.1 a los que puede accederse a través del puerto. La lista de dispositivos heredados vecinos puede incluir, para cada dispositivo heredado vecino, la dirección MAC del puerto del dispositivo vecino y el número de segundos desde que se observó cualquier tipo de tráfico del dispositivo heredado vecino. La lista de dispositivos vecinos compatibles con el protocolo P1905.1 puede incluir, para cada dispositivo vecino compatible con el protocolo P1905.1, el ID de dispositivo P1905.1 del dispositivo vecino y el número de segundos desde que se observó cualquier tipo de tráfico del dispositivo P1905.1 vecino. Como se describe en el presente documento, el mensaje de respuesta de topología puede ser de unidifusión. Las siguientes TLV pueden incluirse en el mensaje de respuesta de topología: una TLV de tipo de información de dispositivo, una TLV de una lista de cero o un vecino heredado y una TLV de una lista de cero o un vecino P1905.1. La Tabla 6 incluye una TLV de tipo de información de dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 de ejemplo, la Tabla 7 incluye tipos de medios de ejemplo, la Tabla 8 incluye una TLV de lista de vecinos heredados de ejemplo y la Tabla 9 incluye una TLV de vecinos de ejemplo.

Tabla 6

Campo	Longitud	Valor	Descripción
Tipo TLV	1 octeto	2	Tipo de información de dispositivo
Longitud TLV	1 octeto	15+...	n.º de octetos en campo subsiguiente
Valor TLV	6 octetos		ID MAC específico de interfaz de la interfaz local
	1 octeto		Tipo de medios de la interfaz local (véase la Tabla 2)
	4 octetos		Información de pertenencia a red de la interfaz local (véase la Tabla 2)
	4 octetos		Reservados para la capacidad
	n octetos		Si la capacidad indica conexión en puente – incluir n ID MAC, donde los ID MAC son las direcciones MAC de las interfaces a las que este puente puede acceder Si no – n=0

Tabla 7

(Primeros 4 bits del octeto)	(Segundos 4 bits del octeto)	Descripción	Información específica del medio	
0	0	Ethernet rápida IEEE 802.3u	n.a.	
	1	Ethernet de gigabits IEEE 802.3ab	n.a.	
	2 a 15	Reservados	Reservados	
1	0	IEEE 802.11b (2,4GHz)	Pertenencia a red: 6 octetos: BSSID Rol: 2 bits: '00' AP, '01' SA, '10' y '11' están reservados	
	1	IEEE 802.11 g (2,4GHz)		
	2	IEEE 802.11 a (5GHz)		
	3	IEEE 802.11n (2,4GHz)		
	4	IEEE 802.11n (5GHz)		
	5	IEEE 802.11ac (5GHz)		
	6	IEEE 802.11ad (60GHz)		
7 a 15	Reservados	Reservados		
2	0	Ondícula IEEE 1901	Pertenencia a red: AVLN	
	1	IEEE 1901 OFDM		
	2	HomePlug GreenPHY		TBD
	3	HomePlug AV 2.0		TBD
	4 a 15	Reservados		Reservados
3	0	MoCA v1.1	TBD	
	1	MoCAv2.0	TBD	
	2 a 15	Reservados	Reservados	
4 a 15	0 a 15	Reservados	Reservados	

Tabla 8

Campo	Longitud	Valor	Descripción
Tipo TLV	1 octeto	3	Lista de vecinos heredados conectados
Longitud TLV	1 octeto	6+8 x n	n.º de octetos en campo subsiguiente
Valor TLV	6 octetos		ID MAC específico de interfaz de la interfaz local
	6 octetos		ID MAC específico de interfaz de vecino heredado
	2 octetos		Última vez en segundos que se recibió una transmisión desde este vecino

Tabla 9

Campo	Longitud	Valor	Descripción
Tipo TLV	1 octeto	4	Información acerca de dispositivo vecino compatible con el protocolo P1905.1
Longitud TLV	1 octeto	10+6 x n	n.º de octetos en campo subsiguiente
Valor TLV	6 octetos		ID MAC específico de interfaz de la interfaz local
	6 octetos		ID MAC P1905.1 de vecino compatible con el protocolo P1905.1
	2 octetos		Última vez en segundos que se recibió una transmisión desde este vecino
	1 octeto		Presencia de puente(s) heredado(s): 0: no hay puentes heredados 1: al menos hay un puente heredado entre este dispositivo y el vecino. El resto de valores están reservados.

5 En algunas realizaciones, los mensajes de consulta de topología y los mensajes de respuesta de topología emitidos y recibidos en los bloques 206 y 208 respectivamente, pueden ser mensajes de suscripción de topología y de notificación de topología. Los mensajes de suscripción de topología y los mensajes de notificación de topología pueden ser adicionales, o alternativos a, los mensajes de consulta y de respuesta de topología descritos anteriormente. Un procedimiento de suscripción / notificación de topología puede permitir que un dispositivo se suscriba para los cambios de topología en otro dispositivo compatible con el protocolo P1905.1. Esto puede conseguirse a través de mensajes de unidifusión, que pueden incluir: el mensaje de solicitud de suscripción de topología, el mensaje de notificación de topología y el mensaje de confirmación de notificación de topología. Un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede estar configurado para soportar un número mínimo y máximo de suscripciones concurrentes.

15 En una realización, un mensaje de solicitud de suscripción de topología puede enviarse desde un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 a otro en cualquier momento. Un mensaje de solicitud de suscripción de topología puede incluir una duración solicitada de la suscripción. La duración de la suscripción puede modificarse. Por ejemplo, el dispositivo receptor puede asignar una duración que es más corta o más larga que la solicitada e indicar la modificación en el mensaje de notificación de topología incluyendo la duración de suscripción modificada. Si el dispositivo suscriptor no recibe un mensaje de notificación de topología en respuesta a un mensaje de solicitud de suscripción de topología, puede reenviar el mensaje de solicitud de suscripción de topología. Una suscripción puede incluir un ID de suscripción, el ID de dispositivo P1905.1 del dispositivo emisor y una duración de suscripción solicitada (por ejemplo, en segundos). Un nuevo ID de suscripción puede crear una nueva suscripción, mientras que la especificación de un ID de suscripción existente puede modificar una suscripción existente. Además, una suscripción puede establecerse de manera que el dispositivo solicitante se suscriba a cambios de topología en el dispositivo objetivo. Un dispositivo suscriptor puede modificar la duración o cancelar una suscripción enviando un mensaje de solicitud de suscripción de topología con el ID de suscripción o la suscripción para la cual se desea la modificación o cancelación y la duración de suscripción modificada (por ejemplo, cero representa cero segundos para cancelar la suscripción). Una TLV de solicitud de suscripción de notificación puede incluirse en el mensaje. Una TLV de solicitud de suscripción de notificación de ejemplo se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10

Campo	Longitud	Valor	Descripción
Tipo TLV	1 octeto	5	Suscripción de notificación
Longitud TLV	1 octeto	1	n.º de octetos en campo subsiguiente
Valor TLV	2 octetos		Identificador de suscripción
	3 octetos		La duración solicitada (en segundos) de la suscripción; un valor de cero cancela una suscripción.

35 En una realización, un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 que recibe un mensaje de solicitud de suscripción de topología puede responder enviando un mensaje de notificación de topología a un dispositivo solicitante cuando se establece o se cancela una suscripción y, durante el tiempo que dura la suscripción, para cambios en la topología. El dispositivo respondedor puede modificar la duración de suscripción solicitada recibida en el mensaje de solicitud de suscripción de topología e incluir la duración de suscripción modificada en el mensaje de

notificación de topología. En algunos casos, no puede aceptarse una solicitud de suscripción. La no aceptación de una solicitud de suscripción puede indicarse mediante un valor (por ejemplo, cero) enviado al dispositivo solicitante. Un dispositivo puede cancelar o modificar una suscripción existente enviando al dispositivo suscriptor un mensaje de notificación de topología con el ID de suscripción y la duración de la suscripción fijada de manera apropiada. La cancelación de la suscripción puede indicarse mediante un valor (por ejemplo, cero representa una duración de cero) en el mensaje de notificación de topología. En algunas realizaciones, un dispositivo puede enviar un mensaje de notificación de topología a un dispositivo suscriptor cuando se detecta un cambio en la topología, que puede indicarse mediante un cambio en cualquier información que se envíe en un mensaje de respuesta de topología. Si el dispositivo no recibe un mensaje de confirmación de notificación de topología en respuesta a un mensaje de notificación de topología, puede reenviar el mensaje un determinado número de veces. No es necesario esperar un cierto periodo de tiempo tras recibir una cancelación antes de realizar una nueva suscripción. La renovación de una suscripción puede llevarse a cabo enviando una solicitud de suscripción con el mismo ID de suscripción. Tras la expiración o la cancelación, el dispositivo solicitante puede solicitar una nueva suscripción con un nuevo ID de suscripción.

El mensaje de notificación de topología puede incluir la duración de la suscripción y el estado de topología actual del dispositivo. También puede incluir el ID de dispositivo P1905.1 del dispositivo emisor, el ID de suscripción de la suscripción, la duración restante y, para cada uno de los puertos del dispositivo, la dirección MAC y el tipo / subtipo de medios del puerto, y una lista de dispositivos heredados vecinos y de dispositivos vecinos compatibles con el protocolo P1905.1 a los que puede accederse a través del puerto. La lista de dispositivos heredados vecinos puede incluir, para cada dispositivo heredado vecino, la dirección MAC del puerto del dispositivo heredado vecino y el número de segundos desde que se observó cualquier tipo de tráfico del dispositivo heredado vecino. La lista de dispositivos vecinos compatibles con el protocolo P1905.1 puede incluir el ID de dispositivo P1905.1 del dispositivo vecino y el número de segundos desde que se observó cualquier tipo de tráfico del dispositivo vecino compatible con el protocolo P1905.1. El mensaje de notificación de topología puede incluir el estado actual de la información. En varias realizaciones, las siguientes TLV pueden incluirse en el mensaje: una TLV de tipo de información de dispositivo, una TLV de una lista de cero o un vecino heredado y una TLV de cero o un vecino P1905.1.

En algunas realizaciones, un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 puede responder a un mensaje de notificación de topología recibido con un mensaje de confirmación de notificación de topología. Tras recibir la notificación, el dispositivo solicitante puede almacenar la duración para poder renovar la suscripción antes de que expire. El mensaje de confirmación de notificación de topología puede incluir el mismo ID de transacción que el recibido en el mensaje de notificación de topología. En una realización, no es necesario incluir una TLV en el mensaje de confirmación de notificación de topología.

En el bloque 210, el primer nodo puede emitir mensajes de consulta de topología o mensajes de solicitud de suscripción de topología a nodos vecinos identificados en los mensajes de respuesta recibidos en el bloque 208. El primer nodo puede repetir el proceso de consulta de topología hasta una profundidad deseada en la red o hasta que no se descubran nuevos dispositivos.

Algunos o todos los mensajes anteriores pueden restringirse o agruparse con el fin de evitar que una red híbrida quede saturada de mensajes de protocolo de descubrimiento de topología. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los mensajes pueden restringirse a una tasa de mensajes predeterminada o configurable. Como un ejemplo, un dispositivo de red puede configurarse para enviar no más de un mensaje cada cinco segundos. Además, un dispositivo de red puede configurarse para retrasar la emisión de mensajes de descubrimiento de topología hasta una cantidad de tiempo predeterminada o configurable tras el encendido. El retardo puede determinarse de diferente forma en diferentes dispositivos para que todos los dispositivos no transmitan solicitudes de descubrimiento de manera simultánea cuando se encienden casi o al mismo tiempo.

Además, un dispositivo de red puede estar configurado para agrupar mensajes de notificación para que cada cambio en la topología no se notifique inmediatamente. Por ejemplo, un dispositivo de red puede estar configurado para agrupar veinte cambios de topología en un mensaje de notificación. Dicho de otro modo, un nodo puede estar configurado para no notificar un cambio de topología detectado hasta que no se hayan detectado veinte cambios. En algunas realizaciones, la agrupación puede combinarse con un temporizador. Por ejemplo, un nodo puede estar configurado para no notificar un cambio de topología detectado hasta que no se hayan detectado veinte cambios o hasta que no hayan transcurrido diez segundos tras el último cambio notificado (lo que se suceda antes).

La Figura 3 es un diagrama de secuencias que ilustra una secuencia de mensajes de ejemplo que pueden intercambiarse entre un subconjunto de dispositivos de una red de comunicaciones híbrida durante una parte de un procedimiento de descubrimiento de topología. Para los fines del ejemplo, supóngase que una red de comunicaciones híbrida incluye un dispositivo híbrido 320, un dispositivo híbrido 324, un puente heredado 322 entre el dispositivo híbrido 320 y el dispositivo híbrido 324, un dispositivo híbrido 326 y un dispositivo heredado 328. Supóngase además que el dispositivo híbrido 324 y el dispositivo híbrido 326 son dispositivos vecinos y que el dispositivo heredado 328 es un vecino del dispositivo híbrido 326.

En un instante de tiempo determinado, el dispositivo híbrido 324 determina que van a enviarse mensajes de

descubrimiento de topología. Como se ha descrito anteriormente, la determinación puede deberse a un evento de encendido, a un evento de cambio en la topología o a un evento de expiración de temporizador. En la etapa de secuencia 302, el dispositivo híbrido 324 puede enviar un mensaje de descubrimiento de topología a una dirección de multidifusión P1905.1. En algunas realizaciones, el dispositivo híbrido 324 también puede enviar un mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados (etapa de secuencia 304) casi al mismo tiempo que el mensaje de descubrimiento de topología. El mensaje de descubrimiento de topología y el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados incluyen datos que identifican al dispositivo híbrido 324 y que anuncian la presencia del dispositivo híbrido 324 en la red híbrida. En algunas realizaciones, el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados y/o el mensaje de descubrimiento de topología no identifican ningún otro nodo (por ejemplo, nodos vecinos) diferente al nodo emisor (el dispositivo híbrido 324, en este ejemplo).

El puente heredado 322 recibe el mensaje de descubrimiento de topología y el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados. Otros dispositivos de la red híbrida también pueden recibir los mensajes, ya que los mensajes pueden ser mensajes de multidifusión. Sin embargo, para simplificar el ejemplo, en la Figura 3 solo se ilustra la interacción entre el puente heredado 322 y el dispositivo híbrido 324 con respecto a los mensajes de descubrimiento de multidifusión emitidos por el dispositivo híbrido 324.

El puente heredado 322, conforme a los protocolos de comunicaciones heredados, puede configurarse para no reenviar mensajes de descubrimiento de dispositivos heredados. Como resultado, en la etapa de secuencia 306, el mensaje de descubrimiento de topología es reenviado hacia el dispositivo híbrido 320, mientras que el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados no se reenvía.

Tras la recepción y el procesamiento del mensaje de descubrimiento de topología, el dispositivo híbrido 320 puede determinar que el dispositivo híbrido 324 forma parte de la topología de red. Además, puesto que el dispositivo híbrido 320 recibió un mensaje de descubrimiento de topología y no recibió ningún mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados, el dispositivo híbrido 320 puede inferir que hay un puente heredado (por ejemplo, el puente heredado 322) entre el dispositivo híbrido 320 y el dispositivo híbrido 324, y puede añadir esta información a su vista de la topología de red. Debe observarse que si el puente heredado 322 hubiera sido un puente híbrido, en algunas realizaciones el mensaje de descubrimiento de topología y el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados habrían sido reenviados por el puente híbrido. En este caso, el dispositivo híbrido 320 puede inferir la existencia de un puente híbrido entre el dispositivo híbrido 320 y el dispositivo híbrido 324, en lugar de un puente heredado.

Para los fines de este ejemplo, supóngase que el dispositivo híbrido 320 está configurado para mantener más información acerca de la topología de red que la que está disponible en los mensajes de descubrimiento de topología o en los mensajes de descubrimiento de dispositivos heredados. En la etapa de secuencia 308, el dispositivo híbrido 320 envía un mensaje de consulta de topología al dispositivo híbrido 324. En respuesta a la recepción del mensaje de consulta de topología, en la etapa de secuencia 310 el dispositivo híbrido 324 envía un mensaje de respuesta de topología al dispositivo híbrido 320. El mensaje de respuesta de topología incluye una lista de nodos de red que son vecinos del dispositivo híbrido 324 e información acerca de los nodos de red vecinos (por ejemplo, información que identifica los nodos vecinos y el tipo de nodos vecinos). En este ejemplo, el dispositivo híbrido 326 se incluye en la lista de nodos vecinos.

El dispositivo híbrido 320 recibe la respuesta y, en este ejemplo, determina que el dispositivo híbrido 326 forma parte de la topología de red. En la etapa de secuencia 312, el dispositivo híbrido 320 envía un mensaje de consulta de topología al dispositivo híbrido 326. En respuesta, en la etapa de secuencia 314, el dispositivo híbrido 326 envía un mensaje de respuesta de topología al dispositivo híbrido 320. El mensaje de respuesta de topología puede incluir una lista de nodos de red que son vecinos del dispositivo híbrido 326 e información acerca de los nodos vecinos. En este ejemplo, la lista puede incluir el dispositivo híbrido 324 y el dispositivo heredado 328. El dispositivo híbrido 320 recibe la respuesta y puede usar la información de la respuesta para añadirla a su vista de la topología de red. En este ejemplo, el dispositivo híbrido 320 ya tiene información del dispositivo híbrido 324 y puede añadir información acerca del dispositivo heredado 328 a su vista de la topología de red híbrida.

Los expertos en la técnica, que cuentan con el beneficio de la divulgación, apreciarán que la secuencia de mensajes de ejemplo ilustrada en la Figura 3 es solo un ejemplo de muchas secuencias de mensaje que pueden tener lugar en una red híbrida, y que otras secuencias que usan los mensajes y procedimientos descritos anteriormente son posibles y están dentro del alcance del contenido inventivo.

En algunas realizaciones, el protocolo de descubrimiento de topología de dos fases descrito anteriormente puede ser un protocolo sin estados. El mensaje de descubrimiento de topología de multidifusión y el mensaje de descubrimiento de dispositivos heredados anuncian que se ha producido un posible cambio en una topología de red híbrida sin detallar cambios en la topología de red híbrida y, por tanto, no requieren nodos participantes para mantener un estado de comunicaciones. Solo aquellos nodos que están interesados en obtener información adicional acerca de la topología de red híbrida necesitan usar mensajes de consulta de topología como los descritos anteriormente para obtener la topología actual de la red híbrida.

La Figura 4 ilustra operaciones de ejemplo de un procedimiento 400 para fragmentar mensajes que superan un

tamaño de carga útil máximo. El procedimiento comienza en el bloque 402 con la recepción de un mensaje (por ejemplo, uno de los mensajes descritos anteriormente). En el bloque 404, el dispositivo determina si el tamaño del mensaje supera un tamaño de carga útil máximo. Si el tamaño del mensaje no supera el tamaño de carga útil máximo, entonces en el bloque 406 se transmite el mensaje. En caso contrario, en varias realizaciones, cuando un dispositivo compatible con el protocolo P1905.1 trata de crear un mensaje que supera la carga útil de la trama Ethernet, entonces, en el bloque 408, el dispositivo puede fragmentar el mensaje. La fragmentación puede incluir dividir el mensaje en múltiples fragmentos en los límites de TLV. El dispositivo transmisor puede generar secuencialmente una secuencia de fragmentos, donde cada fragmento puede contener una pluralidad de TLV de manera que el mensaje pueda caber en la carga útil de la trama Ethernet. Para cada mensaje generado con el mismo número de secuencia, el dispositivo transmisor puede asignar un número de fragmento único al mismo, empezando por cero (por ejemplo, 0, 1, 2, 3). El dispositivo transmisor puede fijar un campo indicador de último fragmento a '1' en el último fragmento. Una TLV puede ser demasiado grande para caber en un único mensaje. Por ejemplo, una TLV de lista de vecinos puede tener un número suficiente de TLV de vecinos individuales, de manera que la TLV de lista de vecinos supera un tamaño de mensaje máximo. En algunas realizaciones, una TLV que es demasiado grande para caber en un único mensaje puede dividirse en múltiples TLV del mismo tipo. Por ejemplo, supóngase que una lista de vecinos que tiene cincuenta TLV de vecinos es muy grande para transmitirse como un único mensaje. La única TLV de lista de vecinos puede dividirse en múltiples TLV de lista de vecinos, donde cada una contiene un subconjunto de la lista original de TLV de vecinos. Las múltiples TLV de listas de vecinos más pequeñas pueden transmitirse después en mensajes distintos.

En algunas realizaciones, si el dispositivo receptor recibe un fragmento de mensaje, el dispositivo receptor puede tratar de reensamblar el mensaje. El dispositivo receptor puede suministrar el mensaje reensamblado para su procesamiento adicional si se han recibido todos los fragmentos. Una indicación de que todos los fragmentos se han recibido puede incluir recibir un fragmento con un indicador de último fragmento. En una realización, un dispositivo receptor puede esperar cierto tiempo antes de descartar los fragmentos recibidos que no pueden reensamblarse por completo para no esperar indefinidamente los fragmentos perdidos.

Las realizaciones pueden adoptar la forma de una realización enteramente de hardware, una realización enteramente de software (incluyendo firmware, software residente, microcódigo, etc.) o una realización que combina aspectos de software y hardware que pueden hacerse denominado, de manera genérica, como un "circuito", "módulo" o "sistema" en el presente documento. Además, realizaciones del contenido inventivo pueden adoptar la forma de un producto de programa informático incorporado en cualquier medio de expresión tangible que tenga código de programa utilizable por ordenador incluido en el medio. Las realizaciones descritas pueden proporcionarse como un producto de programa informático, o software, que puede incluir un medio legible por máquina que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, que pueden usarse para programar un sistema informático (u otro(s) dispositivo(s) electrónico(s)) para llevar a cabo un proceso según las realizaciones, esté descrito o no, ya que cada variación concebible no está descrita en el presente documento. Un medio legible por máquina incluye cualquier mecanismo para almacenar o transmitir información en una forma (por ejemplo, software, aplicación de procesamiento) legible por una máquina (por ejemplo, un ordenador). Un medio legible por máquina puede ser un medio de almacenamiento legible por máquina o un medio de señales legible por máquina. Un medio de almacenamiento legible por máquina puede incluir, por ejemplo, pero sin limitarse a, medios magnéticos u ópticos, por ejemplo un disco (fijo o extraíble), una cinta, un CD-ROM, un DVD-ROM, un CD-R, un CD-RW, un DVD-R, un DVD-RW o un Blu-Ray. Los medios de almacenamiento pueden incluir además medios de memoria volátiles o no volátiles, tal como una RAM (por ejemplo, RAM dinámica síncrona (SDRAM), SDRAM de doble velocidad de datos (DDR, DDR2, DDR3, etc.), SDRAM DDR de baja potencia (LPDDR2, etc.), DRAM de Rambus (RDRAM), RAM estática (SRAM), etc.), una ROM, una memoria programable y borrable (por ejemplo, EPROM y EEPROM), memoria flash, memoria no volátil (por ejemplo, memoria flash) accesible a través de una interfaz periférica tal como la interfaz de bus serie universal (USB), etc. Los medios de almacenamiento pueden incluir sistemas microelectromecánicos (MEMS) u otros tipos de medio tangible adecuado para almacenar instrucciones electrónicas. Un medio de señales legible por máquina puede incluir una señal de datos propagada con un código de programa legible por ordenador incluido en la misma, por ejemplo una señal eléctrica, óptica, acústica u otra forma de señal propagada (por ejemplo, ondas de portadora, señales infrarrojas, señales digitales, etc.). El código de programa almacenado en un medio de señales legible por máquina puede transmitirse usando cualquier medio adecuado, incluyendo, pero sin limitarse a, un medio cableado, un medio inalámbrico, cables de fibra óptica, RF o cualquier otro medio de comunicaciones.

El código de programa informático para llevar a cabo las operaciones de las realizaciones puede escribirse en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluyendo un lenguaje de programación orientado a objetos tal como Java, Smalltalk, C++ o similares, y lenguajes de programación procedurales convencionales, tal como el lenguaje de programación "C" o lenguajes de programación similares. El código de programa puede ejecutarse completamente en el ordenador de un usuario, parcialmente en el ordenador de un usuario, como un paquete de software autónomo, parcialmente en el ordenador de un usuario y parcialmente en un ordenador remoto, o completamente en el ordenador o el servidor remoto. En el último escenario, el ordenador remoto puede estar conectado al ordenador del usuario a través de cualquier tipo de red, incluyendo una red de área local (LAN), una red de área personal (PAN) o una red de área extensa (WAN), o la conexión puede realizarse con un ordenador externo (por ejemplo, a través de Internet usando un proveedor de servicios de Internet).

La Figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de un dispositivo electrónico 500 que incluye un mecanismo para determinar una topología de red en una red de comunicaciones híbrida. En algunas implementaciones, el dispositivo electrónico 500 puede ser uno de entre un ordenador portátil, un ordenador portátil tamaño agenda, un teléfono móvil, un dispositivo de comunicaciones mediante línea eléctrica, un asistente digital personal (PDA) u otro sistema electrónico que comprenda una unidad de comunicación híbrida configurada para intercambiar comunicaciones a través de múltiples redes de comunicación (que forman la red de comunicaciones híbrida). El dispositivo electrónico 500 incluye una unidad de procesamiento 502 (que incluye posiblemente múltiples procesadores, múltiples núcleos, múltiples nodos y/o que implementa múltiples hilos, etc.). El dispositivo electrónico 500 incluye una unidad de memoria 506. La unidad de memoria 506 puede ser una memoria de sistema (por ejemplo, una o más de entre una memoria caché, una SRAM, una DRAM, una RAM sin condensadores, una RAM con dos transistores, una eDRAM, una EDO RAM, una DDR RAM, una EEPROM, una NRAM, una RRAM, una SONOS, una PRAM, etc.) o una cualquiera o más de las posibles realizaciones descritas anteriormente de medios de almacenamiento por máquina. El dispositivo electrónico 500 incluye además un bus 510 (por ejemplo, PCI, ISA, PCI-Express, HyperTransport®, InfiniBand®, NuBus, AHB, AXI, etc.) e interfaces de red 504 que incluyen al menos una de entre una interfaz de red inalámbrica (por ejemplo, una interfaz WLAN, una interfaz Bluetooth®, una interfaz WiMAX, una interfaz ZigBee®, una interfaz USB inalámbrica, etc.) y una interfaz de red cableada (por ejemplo, una interfaz Ethernet, una interfaz de comunicaciones mediante línea eléctrica, etc.). En algunas implementaciones, el dispositivo electrónico 500 puede soportar múltiples interfaces de red, cada una de las cuales está configurada para acoplar el dispositivo electrónico 500 a una red de comunicaciones diferente.

El dispositivo electrónico 500 incluye además una unidad de comunicaciones 508. La unidad de comunicaciones 508 comprende una unidad de descubrimiento de topología 512 y una unidad de mapeo 514. Como se ha descrito anteriormente en las Figuras 1 a 3, la unidad de comunicaciones 508 implementa una funcionalidad para determinar una topología para una red de comunicaciones híbrida (por ejemplo, una CDHN). Una cualquiera de estas funcionalidades puede estar implementada parcialmente (o completamente) en hardware y/o en la unidad de procesamiento 502. Por ejemplo, la funcionalidad puede implementarse con un circuito integrado de aplicación específica, en lógica implementada en la unidad de procesamiento 502, en un coprocesador de un dispositivo periférico o tarjeta, etc. Además, las realizaciones pueden incluir menos componentes o componentes adicionales no ilustrados en la Figura 5 (por ejemplo, tarjetas de vídeo, tarjetas de audio, interfaces de red adicionales, dispositivos periféricos, etc.). La unidad de procesamiento 502, la unidad de memoria 506 y las interfaces de red 504 están acopladas al bus 510. Aunque se ilustra estando acoplada al bus 510, la unidad de memoria 506 puede estar acoplada a la unidad de procesamiento 502.

Aunque las realizaciones se han descrito con referencia a varias implementaciones y usos, debe entenderse que estas realizaciones son ilustrativas y que el alcance del contenido inventivo no está limitado a las mismas. En general, un mecanismo para determinar una topología de red en una red de comunicaciones híbrida, como el descrito en el presente documento, puede implementarse con recursos compatibles con cualquier sistema de hardware. Muchas variaciones, modificaciones, adiciones y mejoras son posibles.

Pueden proporcionarse varias instancias de componentes, operaciones o estructuras descritos en el presente documento con una única instancia. Finalmente, los límites entre varios componentes, operaciones y medios de almacenamiento de datos son en cierto modo arbitrarios, y operaciones particulares se ilustran en el contexto de configuraciones ilustrativas específicas. Pueden concebirse otras asignaciones de funcionalidad, las cuales están dentro del alcance del contenido inventivo. En general, las estructuras y la funcionalidad presentadas como componentes individuales en las configuraciones de ejemplo pueden implementarse como una estructura o componente combinados. Asimismo, las estructuras y la funcionalidad presentadas como un único componente pueden implementarse como componentes individuales. Estas y otras variaciones, modificaciones, adiciones y mejoras están dentro del alcance del contenido inventivo.

Aunque las realizaciones anteriores se han descrito en gran detalle, numerosas variaciones y modificaciones resultarán evidentes a los expertos en la técnica tras analizar en profundidad la anterior descripción. Debe entenderse que las siguientes reivindicaciones abarcan tales variaciones y modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento, que comprende:

5 recibir uno o más mensajes de descubrimiento (302; 304) en un primer nodo (320) de una red que comprende una pluralidad de nodos (320; 324; 326; 328), identificando el uno o más mensajes de descubrimiento (302; 304) al menos un nodo vecino (324) del primer nodo (320);

10 emitir, mediante el primer nodo (320), un mensaje de consulta de topología (308); recibir, mediante el primer nodo (320), al menos un mensaje de respuesta (310) al mensaje de consulta de topología (308) desde al menos un nodo respondedor (324), incluyendo el al menos un mensaje de respuesta (310) datos que identifican cero o más nodos vecinos (326; 328) del al menos un nodo respondedor (324);

15 emitir, mediante el primer nodo (320), uno o más mensajes de consulta de topología (312) a uno o más nodos vecinos (326; 328) identificados en el al menos un mensaje de respuesta (310);

20 en el que el uno o más mensajes de descubrimiento (302; 304) incluyen un primer mensaje de descubrimiento (302) para un primer protocolo de descubrimiento de red y un segundo mensaje de descubrimiento (304) para un segundo protocolo de descubrimiento de red; en el que el primer mensaje de descubrimiento (302) y el segundo mensaje de descubrimiento (304) se emiten casi al mismo tiempo; y

25 donde el primer nodo (320) comprende además inferir un tipo de puente (322) entre el al menos un nodo vecino (324) y el primer nodo (320) en función de la recepción del primer mensaje de descubrimiento (302) y la no recepción del segundo mensaje de descubrimiento (304).

30 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mensaje de consulta de topología (308; 312) comprende un mensaje de suscripción de topología, y en el que en respuesta al mensaje de suscripción de topología, un nodo receptor emite un mensaje de notificación de topología tras detectar un cambio en la topología de red.

3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que el mensaje de suscripción de topología incluye una duración solicitada para una suscripción.

35 4. El procedimiento según la reivindicación 3, que comprende además:

modificar la duración solicitada; y

40 transmitir una respuesta al mensaje de suscripción de topología, incluyendo la respuesta la duración solicitada modificada.

5. El procedimiento según la reivindicación 4, que comprende además finalizar la suscripción en función del ajuste de la duración solicitada modificada a un valor que indica la finalización de la suscripción.

45 6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los mensajes emitidos o recibidos por el primer nodo (320) incluyen partes de tipo, longitud y valor TLV, y que comprende además:

determinar que un mensaje supera un tamaño máximo; y

50 en respuesta a determinar que el mensaje supera un tamaño de unidad de transmisión máximo, fragmentar el mensaje en múltiples unidades de transmisión, donde la fragmentación se produce en el límite de una parte TLV.

55 7. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además restringir los mensajes de descubrimiento de topología (302) o los mensajes de respuesta de topología (310) a una tasa predeterminada o configurable.

8. Un dispositivo de red (102), que comprende:

60 una pluralidad de interfaces de red; y

una unidad de descubrimiento de topología (112) acoplada a la pluralidad de interfaces de red, estando configurada la unidad de descubrimiento de topología (112) para:

65 recibir uno o más mensajes de descubrimiento (302; 304), identificando el uno o más mensajes de descubrimiento (302; 304) al menos un nodo vecino (324) del dispositivo de red (102);

emitir un mensaje de consulta de topología (308);

5 recibir al menos un mensaje de respuesta (310) al mensaje de consulta de topología (308) desde al menos un nodo respondedor (324), incluyendo el al menos un mensaje de respuesta (310) datos que identifican cero o más nodos vecinos (326; 328) del al menos un nodo respondedor (324);

emitir uno o más mensajes de consulta de topología (312) a uno o más nodos vecinos (326; 328) identificados en el al menos un mensaje de respuesta (310);

10 en el que el uno o más mensajes de descubrimiento (302; 304) incluyen un primer mensaje de descubrimiento (302) para un primer protocolo de descubrimiento de red y un segundo mensaje de descubrimiento (304) para un segundo protocolo de descubrimiento de red; en el que el primer mensaje de descubrimiento (302) y el segundo mensaje de descubrimiento (304) se emiten casi al mismo tiempo; y

15 en el que la unidad de descubrimiento de topología (112) está configurada además para inferir un tipo de puente (322) entre el al menos un nodo vecino (324) y el dispositivo de red (102) en función de la recepción del primer mensaje de descubrimiento (302) y la no recepción del segundo mensaje de descubrimiento (304).

20 **9.** El dispositivo de red (102) según la reivindicación 8, en el que el mensaje de consulta de topología (308; 312) comprende un mensaje de suscripción de topología, y en el que en respuesta al mensaje de suscripción de topología, un nodo receptor (324) emite un mensaje de notificación de topología tras detectar un cambio en la topología de red.

25 **10.** El dispositivo de red (102) según la reivindicación 9, en el que el mensaje de suscripción de topología incluye una duración solicitada para una suscripción.

30 **11.** El dispositivo de red (102) según la reivindicación 10, en el que el al menos un mensaje de respuesta incluye una duración solicitada modificada.

12. El dispositivo de red (102) según la reivindicación 10, en el que la unidad de descubrimiento de topología (112) está configurada además para finalizar la suscripción en función del ajuste de la duración solicitada a un valor que indica la finalización de la suscripción.

35 **13.** El dispositivo de red (102) según la reivindicación 8, en el que los mensajes emitidos o recibidos por la unidad de descubrimiento de topología (112) incluyen partes TLV, y en el que la unidad de descubrimiento de topología (112) está configurada además para:

40 determinar que un mensaje supera un tamaño máximo; y

en respuesta a determinar que el mensaje supera un tamaño de unidad de transmisión máximo, fragmentar el mensaje en múltiples unidades de transmisión, donde la fragmentación se produce en el límite de una parte TLV.

45 **14.** El dispositivo de red según la reivindicación 8, en el que la unidad de descubrimiento de topología (112) está configurada además para restringir los mensajes de descubrimiento de topología (308; 312) o los mensajes de respuesta de topología (310; 314) a una tasa predeterminada o configurable.

50 **15.** Un programa informático, que comprende instrucciones para llevar a cabo todas las etapas de cualquiera de los procedimientos según las reivindicaciones 1 a 7.

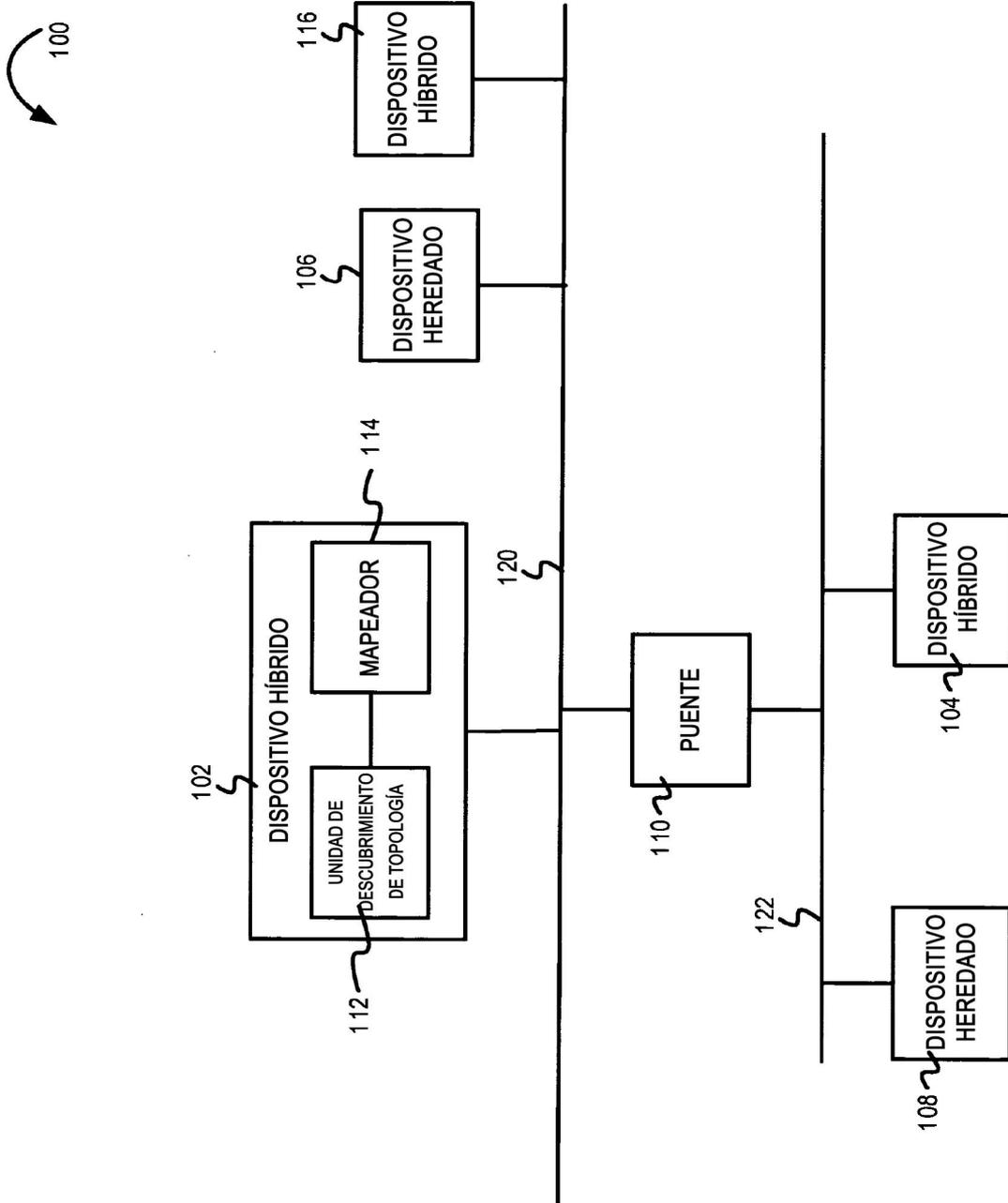


FIG. 1

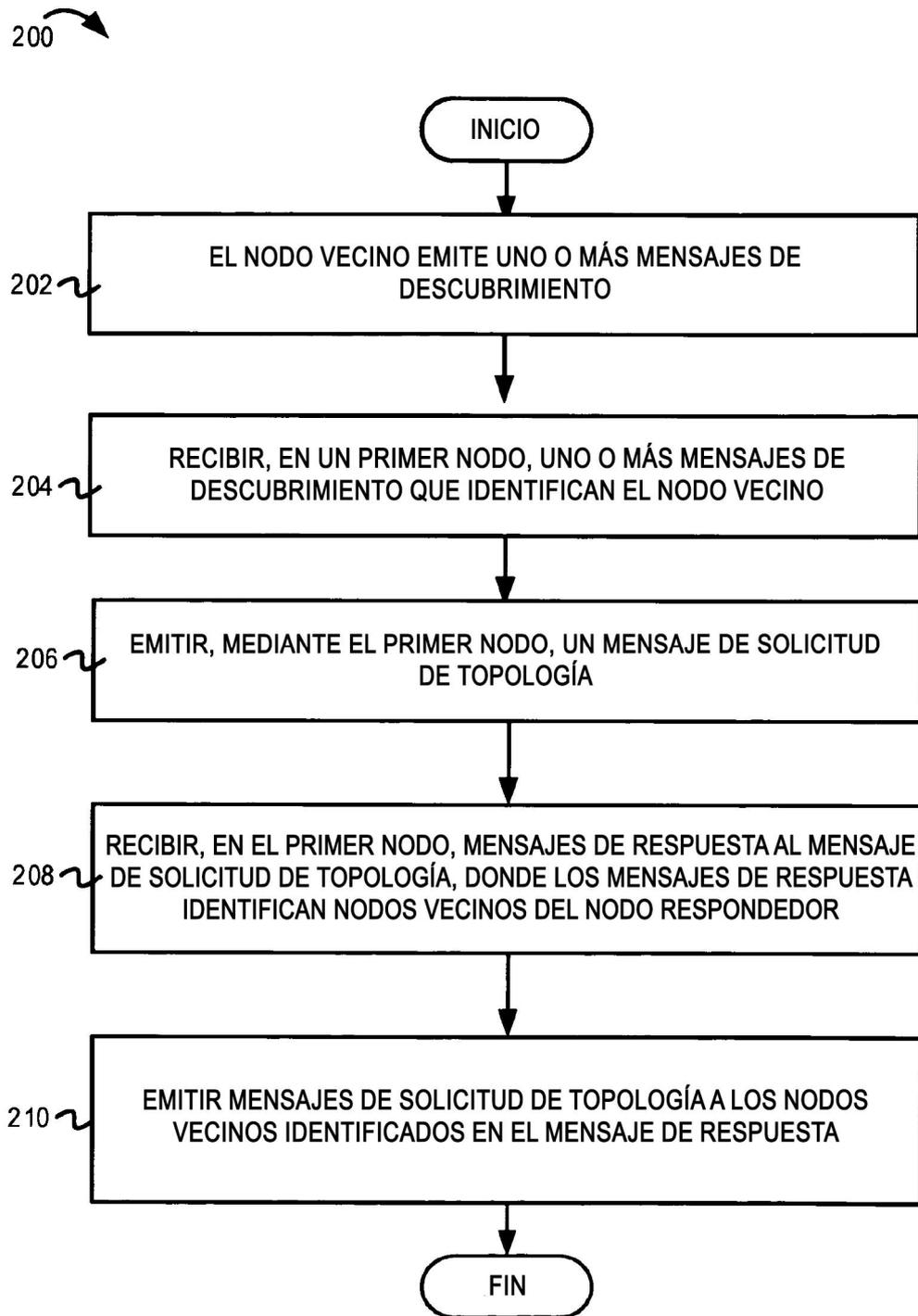


FIG. 2

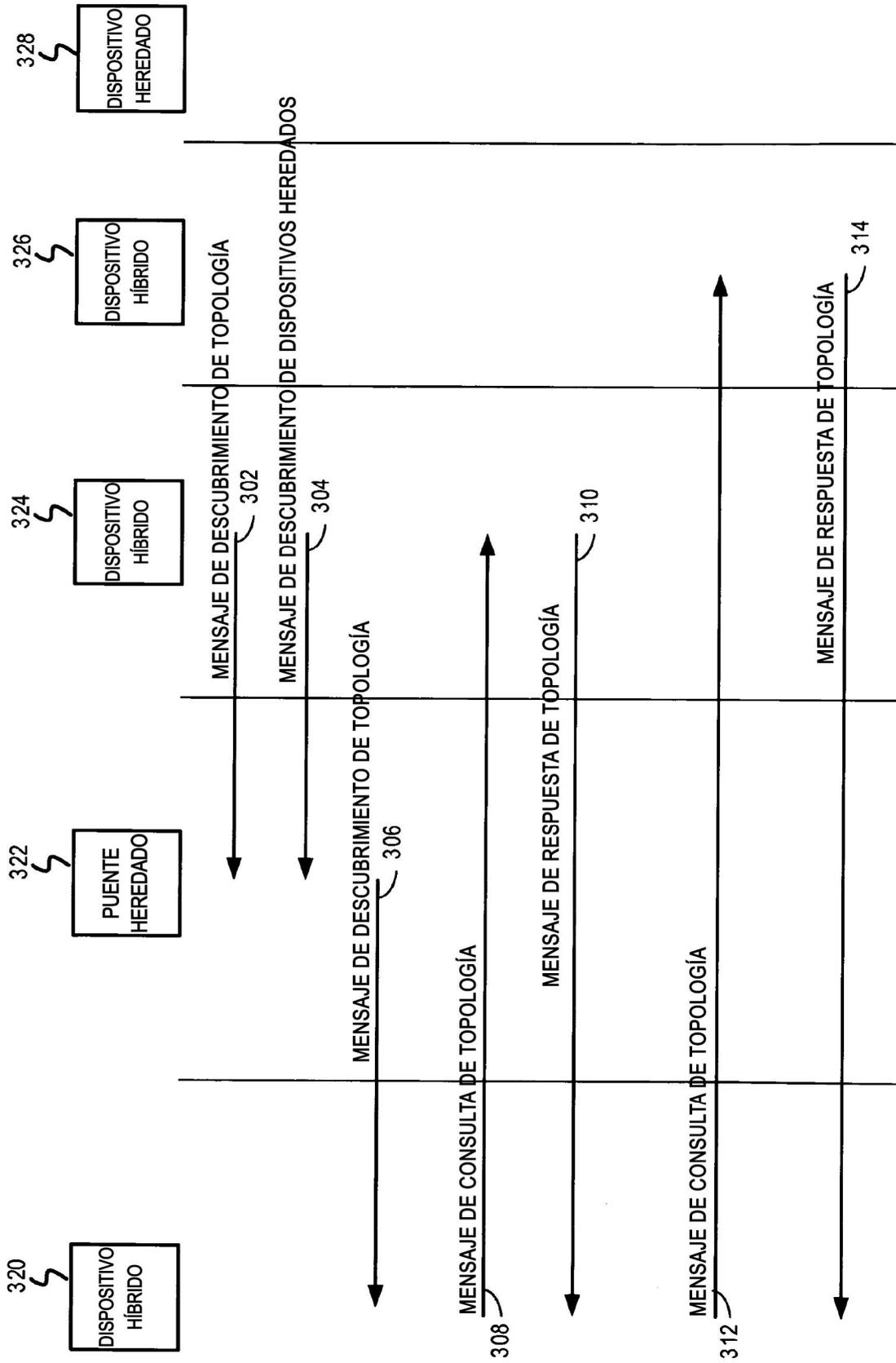


FIG. 3

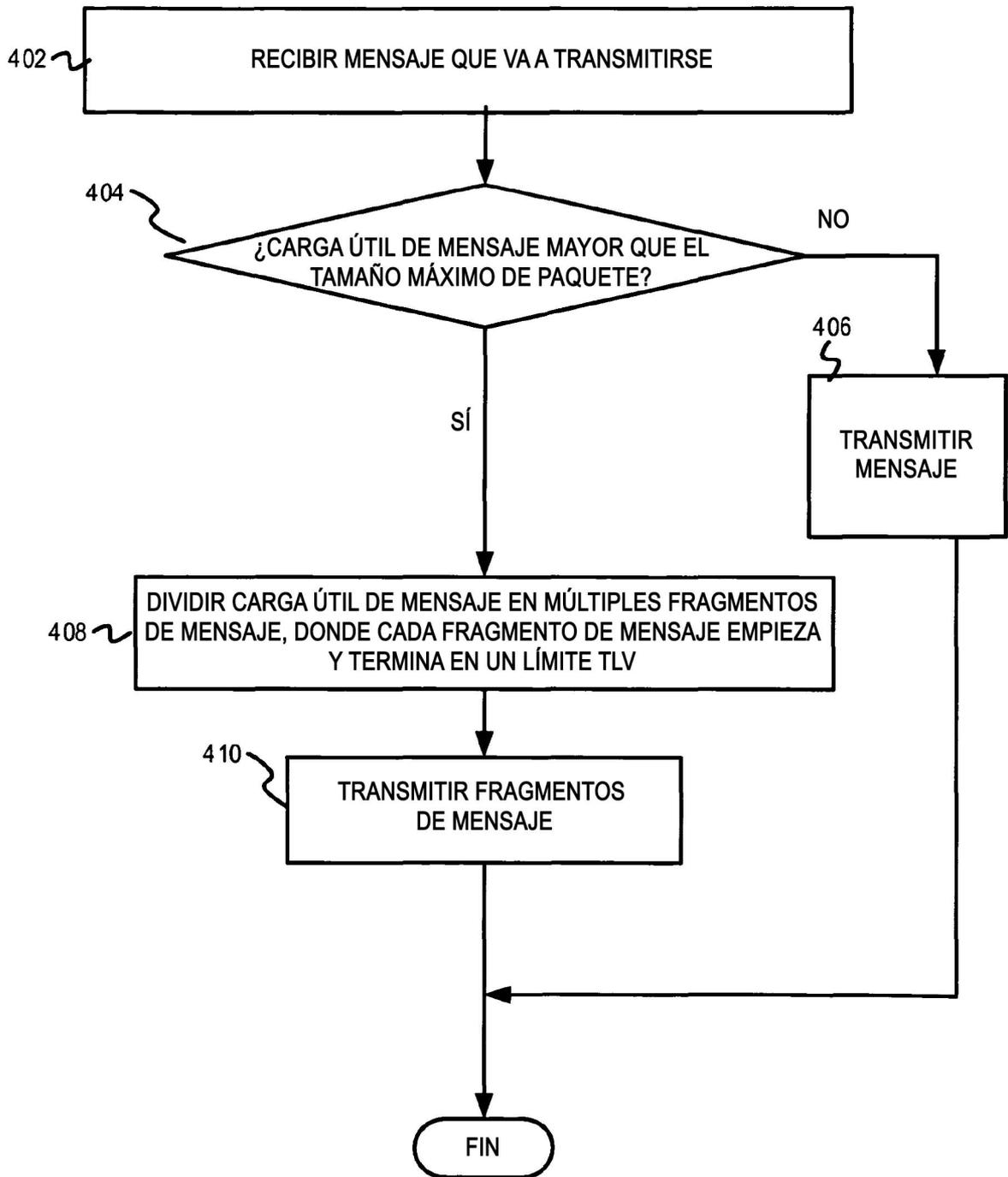


FIG. 4

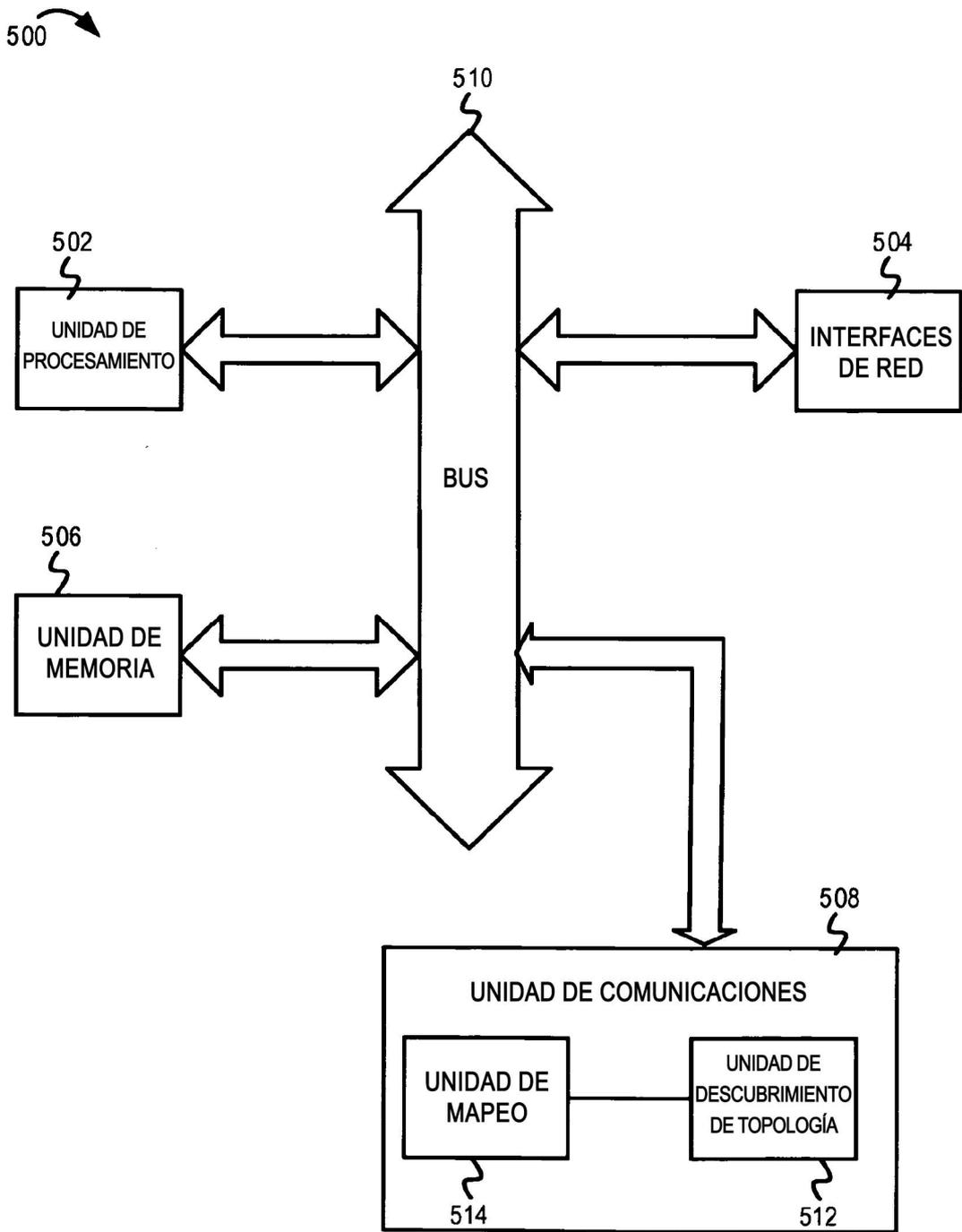


FIG. 5