

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 279**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/26** (2006.01)

**H04L 12/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.04.2015 PCT/US2015/025381**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15171260**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2015 E 15788675 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018 EP 3140959**

54 Título: **Monitorización de redes de grano fino**

30 Prioridad:

**08.05.2014 US 201414272728**

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

**28.03.2019**

73 Titular/es:

**MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC  
(100.0%)  
One Microsoft Way  
Redmond, WA 98052-6399, US**

72 Inventor/es:

**WU, HAITAO;  
GUO, CHUANXIONG;  
MALTZ, DAVID A.;  
YUAN, LIHUA y  
ZHANG, YONGGUANG**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 706 279 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

Monitorización de redes de grano fino

**Antecedentes**

- 5 Una red de centro de datos interconecta un enorme número de dispositivos y habilita la transmisión de datos desde un dispositivo a otro dispositivo en la red. Para proporcionar transmisión de datos de confianza, una topología de la red de centro de datos es diseñada normalmente para permitir múltiples caminos entre dos dispositivos en la red para la transmisión de datos. Aunque el diseño de múltiples caminos puede proporcionar una suave degradación del rendimiento en momentos de fallos y congestión de tráfico, este diseño puede también aumentar la dificultad de identificar cualquier dispositivo o enlace de conexión entre dispositivos en la red que falla o no está sano.
- 10 El documento de EE.UU. 7937492 se relaciona con un método y una red para una solicitud de eco de conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS) y trazado de ruta por un túnel de derivación.
- El documento de EE.UU. 2008/080507 se relaciona con el uso de solicitudes de eco para trazado de rutas a lo largo de un túnel en una red.
- 15 El documento de Perkins IBM C: "IP Encapsulation within IP; rfc2003.txt", 5. Reunión de JCT-VC; 96. Reunión de MPEG; 16-3-2011 -23-3-2011; Geneva; (Joint Collaborative Team on Video Coding of ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 y ITU-TSG.16); URL: HTTP:// WFTP3.ITU.INT/AV-ARCH/JCTVC-SITE/, INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF, CH, 1 de Octubre de 1996 (1996-10-01), ISSN: 0000-0003 se relaciona con el uso de la encapsulación para alterar el enrutamiento de red.
- 20 El documento EP 2 398 188 se relaciona con un método y un sistema de comprobación de una red y los dispositivos en ella.

**Compendio**

- Este compendio introduce conceptos simplificados de monitorización de redes de grano fino, que son descritas en profundidad a continuación en la Descripción detallada. Este compendio no pretende identificar características esenciales de la materia reivindicada, ni pretende ser usado para limitar el alcance de la materia reivindicada.
- 25 La presente invención es definida por las reivindicaciones independientes que acompañan.
- Esta solicitud describe realizaciones ejemplares de monitorización de redes de grano fino. En una realización, un nodo emisor determina o selecciona uno o más nodos o enlaces de conexión específicos cuyas condiciones de operación o de salud han de ser analizadas. Al determinar el uno o más nodos o enlaces de conexión específicos, el nodo emisor puede encapsular o envolver paquetes de datos de manera iterativa correspondientes al uno o más nodos o enlaces de conexión específicos para formar un paquete de datos de prueba. En una realización, el nodo emisor puede insertar o incluir información que habilite al paquete de datos de prueba a enrutarse a través del uno o más nodos o enlaces de conexión específicos en cabeceras de paquetes de los paquetes de datos correspondientes al uno o más nodos o enlaces de conexión específicos. En algunas realizaciones, tras formar el paquete de datos de prueba, el nodo emisor puede enviar el paquete de datos de prueba a una red (por ejemplo, una red de centro de datos). El nodo emisor o un nodo destino que recibe el paquete de datos de prueba puede determinar las condiciones de operación o de salud del uno o más nodos o enlaces de conexión específicos en base a al menos en parte si el paquete de datos de prueba es recibido según un criterio predeterminado.
- 30
- 35

**Breve descripción de los dibujos**

- 40 La descripción detallada es expuesta con referencia a las figuras que acompañan. En las figuras, el o los dígitos más a la izquierda de un número de referencia indican la figura en la cual el número de referencia aparece primero. El uso de los mismos números de referencia en diferentes figuras indica elementos similares o idénticos.
- La FIG. 1 ilustra un entorno ejemplar de un sistema de monitorización de redes de grano fino.
- La FIG. 2 ilustra un ejemplo de un dispositivo del sistema de monitorización de redes de grano fino ejemplar como se muestra en la FIG. 1.
- 45 Las FIG. 3A y 3B ilustran marcos de referencia para enrutar un paquete de datos de prueba en una red.
- La FIG. 4 ilustra un método ejemplar de monitorización de redes de grano fino.
- La FIG. 5 ilustra una interfaz de usuario ejemplar de un dispositivo de un sistema de monitorización de redes de grano fino como se muestra en la FIG. 1.

**Descripción detallada**

Un número de algoritmos han sido propuestos para monitorizar redes e identificar dispositivos y enlaces de conexión que fallan. Sin embargo, tales algoritmos pueden no solo introducir una gran cantidad de tráfico adicional en la red durante la monitorización de las redes, sino que también puede fallar en identificar de manera eficiente y precisa un dispositivo o enlace de conexión que falla (por ejemplo, uno que funciona incorrectamente y/o ha sido sobrecargado).

Esta descripción describe un sistema de monitorización de redes usable en una red de comunicación o de datos tal como una red de centro de datos. El sistema de monitorización de redes determina o selecciona un nodo o enlace cuya condición de operación o de salud ha de ser analizada o sondeada, y crea un paquete de datos (por ejemplo, un paquete de datos de prueba) que es configurado para enrutar o atravesar a través de ese nodo o enlace para determinar la condición de operación o de salud del nodo o enlace. En una realización, el sistema de monitorización de redes puede crear o generar un paquete de datos de prueba que incluye múltiples capas o niveles de paquetes de datos mediante el uso de encapsulamiento de túnel, con al menos una capa o nivel de paquete de datos siendo configurado para atravesar el nodo o enlace particular a ser analizado. En base a un resultado del enrutamiento del paquete de datos de prueba, el sistema de monitorización de redes puede determinar la condición de operación o de salud del nodo o enlace a ser analizado y puede reportar un resultado de análisis a una persona relevante, por ejemplo, un administrador de red u operador de la red, para el posterior análisis y mantenimiento.

En una realización, la condición de operación o de salud del nodo o enlace puede incluir, pero no está limitado a, si el nodo o enlace funcionan apropiadamente o como deberían, si el nodo o enlace están sobrecargados, si el nodo o enlace están rotos, etc. En algunas realizaciones, el sistema de monitorización de redes puede seleccionar un nodo o camino de manera aleatoria o estratégica (por ejemplo, en base a un algoritmo de selección particular, etc.). De manera adicional o alternativa, el sistema de monitorización de redes puede determinar o seleccionar más de un nodo y/o enlace para analizar las condiciones de operación o de salud respectivas en una única sonda de monitorización o múltiples sondas de monitorización.

Tras determinar o seleccionar un nodo o enlace cuya condición de operación o de salud ha de ser analizada o sondeada, el sistema de monitorización de redes puede determinar o seleccionar una estrategia para enrutar un paquete de datos a ese nodo o enlace. En una realización, el sistema de monitorización de redes puede crear un primer paquete de datos y un segundo paquete de datos, y envolver o incluir el segundo paquete de datos dentro del primer paquete de datos para generar o crear un paquete de datos de prueba. En un ejemplo, el sistema de monitorización de redes puede generar o crear el paquete de datos de prueba mediante el uso de encapsulamiento de túnel. El sistema de monitorización de redes puede establecer una o más propiedades en una cabecera de paquete del primer paquete de datos para dirigir el primer paquete de datos para atravesar o enrutar a través del nodo o camino seleccionado. A modo de ejemplo y no limitación, el sistema de monitorización de redes puede establecer una dirección destino en la cabecera de paquete del primer paquete de datos para ser una dirección asociada con el nodo o enlace seleccionado. En una realización, la dirección asociada con el nodo o enlace seleccionado puede incluir, por ejemplo, una dirección global correspondiente a una dirección enrutable en la red, una dirección local correspondiente a una dirección enrutable o alcanzable solo mediante, por ejemplo, uno o más nodos que son adyacentes al nodo o enlace seleccionado.

De manera adicional o alternativa, en algunas realizaciones, el sistema de monitorización de redes puede establecer uno o más otras propiedades en la cabecera de paquete del primer paquete de datos que pueden ser usadas para reflejar o definir un camino al nodo o enlace seleccionado. Por ejemplo, el sistema de monitorización de redes puede establecer un valor de propiedad para una cuenta de saltos (esto es, un número de saltos) o un límite de saltos (esto es, un número máximo de saltos que se permite a un paquete de datos viajar antes de que el paquete de datos sea descartado o tirado) para reflejar o definir un camino al nodo o enlace seleccionado en la cabecera de paquete del primer paquete de datos.

Si más de un nodo o enlace han de ser analizados en esta sonda de monitorización, el sistema de monitorización de redes puede envolver o encapsular paquetes de datos de manera iterativa para generar o crear un paquete de datos de prueba, con una o más propiedades en las cabeceras de paquetes respectivas a ser establecidas para definir los nodos o enlaces correspondientes a ser analizados.

Al generar el paquete de datos de prueba, el sistema de monitorización de redes puede enviar el paquete de datos de prueba que incluye uno o más otros paquetes de datos a la red. En una realización, el sistema de monitorización de redes puede enviar el paquete de datos de prueba a un nodo destino que puede ser el mismo o diferente del nodo desde el cual el paquete de datos de prueba es enviado u originado. En un ejemplo, enviar el paquete de datos de prueba de vuelta al nodo en el cual el sistema de monitorización de redes reside libera al sistema de monitorización de redes de solicitar y esperar un resultado de enrutamiento del paquete de datos de prueba de otro nodo el cual recibe el paquete de datos de prueba.

En una realización, el sistema de monitorización de redes puede determinar la condición de operación o de salud del nodo o enlace seleccionado en base a uno o más criterios predeterminados. El uno o más criterios predeterminados

pueden incluir, pero no están limitados a, si el paquete de datos es recibido con éxito en el nodo destino, si el paquete de datos es recibido en el nodo destino dentro de un periodo de tiempo predeterminado, etc.

Si el paquete de datos cumple el uno o más criterios predeterminados, el sistema de monitorización de redes puede determinar que el nodo o enlace seleccionado está trabajando correctamente o como se esperaba. Si el paquete de datos falla en cumplir el uno o más criterios predeterminados, el sistema de monitorización de redes puede determinar que el nodo o enlace seleccionado es susceptible de malfuncionamiento y/o sobrecarga. En algunas realizaciones, el sistema de monitorización de redes puede realizar más análisis para determinar si el nodo o enlace seleccionado está malfuncionando o sobrecargado.

El sistema descrito selecciona o determina un nodo o enlace particular para determinar si ese nodo o enlace particular funciona correctamente, y por lo tanto permite monitorización de grano fino de uno o más nodos en una red tal como una red de centro de datos. El sistema descrito puede reportar una condición de operación del nodo o enlace a un administrador de red u operador para un análisis más detallado y/o posterior mantenimiento.

En los ejemplos descritos en este documento, el sistema de monitorización de redes determina un nodo o enlace para su análisis, encapsula un primer paquete de datos dentro de un segundo paquete de datos, envía el segundo paquete de datos, y determina una operación del nodo o enlace en base a si el primer paquete de datos es recibido según uno o más criterios predeterminados. Sin embargo, en otras realizaciones, estas funciones pueden ser realizadas por uno o más servicios ubicados en una misma ubicación o diferentes ubicaciones. Por ejemplo en al menos una realización, un servicio de selección puede seleccionar qué nodo o enlace ha de ser sondeado, mientras que un servicio de preparación puede preparar un paquete de datos que incluya paquetes encapsulados a ser enviados. Un servicio de envío puede enviar el paquete de datos a un nodo destino, y un servicio de determinación puede determinar una condición de operación o de salud del nodo o enlace seleccionado en base a uno o más criterios predeterminados.

Además, aunque en los ejemplos descritos en este documento, el sistema de monitorización de redes puede implementarse como software y/o hardware instalado en un único dispositivo o como un servicio, en otras realizaciones, el sistema de monitorización de redes puede implementarse en una pluralidad de dispositivos y/o servicios proporcionados en uno o más servidores sobre una red y/o distribuidos en una arquitectura informática distribuida o una arquitectura informática de nube.

La solicitud describe múltiples y variadas implementaciones y realizaciones. La siguiente sección describe un ejemplo ilustrativo de un marco de referencia que puede ser usado para practicar varias implementaciones. A continuación, la solicitud describe sistemas, dispositivos y procesos ejemplares para implementar un sistema de monitorización de redes.

#### Marco de referencia ejemplar

La FIG. 1 ilustra un marco 100 de referencia ejemplar usable para implementar un sistema 102 de monitorización de redes. En este ejemplo, el sistema 102 de monitorización de redes es descrito como incluido en uno de una pluralidad de dispositivos 104-1, 104-2, ... 104-N (que son referidos de manera colectiva como dispositivos 104). Sin embargo, en otros ejemplos, el sistema 102 de monitorización de redes puede ser una entidad independiente o separada del dispositivo 104. Por ejemplo, el sistema 102 de monitorización de redes puede estar incluido en y/o distribuido entre uno o más servidores 106, que pueden comunicar datos entre ellos y/o con los dispositivos 104 a través de una red 108. De manera adicional o alternativa, en algunos ejemplos, las funciones del sistema 102 de monitorización de redes pueden estar incluidas en y/o distribuidas entre uno o más dispositivos 104 y uno o más servidores 106. Por ejemplo, el uno o más servidores 106 pueden incluir parte de las funciones del sistema 102 de monitorización de redes mientras que otras funciones del sistema 102 de monitorización de redes pueden incluirse en el uno o más dispositivos 104. Además, en algunas realizaciones, algunas o todas las funciones del sistema 102 de monitorización de redes pueden incluirse en un sistema o arquitectura informática de nube que son formados por los servidores 106 y/o los dispositivos 104, por ejemplo. En otros ejemplos, uno o más servidores 106 pueden ser parte de la red 108.

Uno o más de los dispositivos 104 pueden implementarse como cualquiera de una variedad de dispositivos informáticos incluyendo, pero no limitado a, un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, un dispositivo de mano, un ordenador ligero, un dispositivo de Internet, un ordenador tableta o pizarra, un dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono móvil, un asistente digital personal, un teléfono inteligente, etc.), etc., o una combinación de los mismos.

La red 108 puede ser una red cableada o inalámbrica, o una combinación de las mismas. La red 108 puede ser una colección de redes individuales interconectadas entre ellas y que funciona como una única gran red (por ejemplo, Internet o una intranet). Ejemplos de tales redes individuales incluyen, pero no se limitan a, redes telefónicas, redes de cable, Redes de Área Local (LAN), Redes de Área Ancha (WAN), y Redes de Área Metropolitana (MAN). Además, las redes individuales pueden ser redes inalámbricas o cableadas o una combinación de las mismas. Las redes cableadas pueden incluir una conexión de portadora eléctrica (tal como un cable de comunicación, etc.) y/o una portadora o conexión óptica (tal como una conexión de fibra óptica, etc.). Las redes inalámbricas pueden incluir,

por ejemplo, una red WiFi, otras redes de frecuencia de radio (por ejemplo, Bluetooth®, Zigbee, etc.), etc. En una realización, la red 108 puede incluir una red de centro de datos.

De manera adicional, en un ejemplo, la red 108 puede incluir una pluralidad de nodos 110 y una pluralidad de enlaces 112 de conexión. La pluralidad de nodos 110 puede incluir componentes de conmutación o enrutamiento, tal como conmutadores (por ejemplo, conmutación de mercancía, etc.), enrutadores, concentradores, etc. En algunas realizaciones, la pluralidad de nodos 110 puede además incluir uno o más dispositivos que tienen capacidades de procesamiento y/o almacenamiento, tal como los dispositivos 104. Junto con la pluralidad de enlaces 112 de conexión, la pluralidad de nodos 110 puede interconectar la pluralidad de dispositivos 104 y el uno o más servidores 106 entre ellos. En una realización, la pluralidad de nodos 110 puede organizarse a través de la pluralidad de enlaces 112 de conexión para formar una topología particular para la red 108 completa o diferentes topologías en diferentes partes de la red 108. Topologías ejemplares pueden incluir, pero no están limitadas, a topologías tipo gruesas, topología en anillo, topología en estrella, una topología de bus, una topología híbrida, o varias combinaciones de las mismas. En algunos ejemplos, la pluralidad de nodos 110 puede organizarse como múltiples capas de conmutadores, que incluye conmutadores en la parte superior del bastidor (ToR), conmutadores agregados, conmutadores centrales, etc.

En una realización, un dispositivo particular (por ejemplo, el dispositivo 104-N) puede incluir una o más unidades 114 de procesamiento acopladas a la memoria 116. La una o más unidades 114 de procesamiento pueden implementarse como uno o más procesadores de hardware que incluye, por ejemplo, un microprocesador, un procesador de conjunto de instrucciones específico a la aplicación, una unidad de procesamiento gráfico, una unidad de procesamiento física (PPU), una unidad de procesamiento central (CPU), una unidad de procesamiento de gráficos (GPU), un procesador de señal digital, etc. De manera adicional o alternativa, la funcionalidad descrita en este documento se puede realizar, al menos en parte, mediante uno o más componentes lógicos hardware. Por ejemplo, y sin limitación, tipos ilustrativos de componentes lógicos hardware que pueden ser usados incluyen matrices de puertas de campo programables (FPGA), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), productos estándar específicos de la aplicación (ASSP), sistemas sistema en un chip (SOC), dispositivos de lógica programable complejos (CPLD), etc.

La memoria 116 puede incluir o almacenar una o más aplicaciones 118 (por ejemplo, una aplicación de monitorización de redes, etc.) que son ejecutadas por la una o más unidades 114 de procesamiento, y otros datos 120 de programa. La memoria 116 puede acoplarse a, asociarse con, y/o ser accesible a otros dispositivos, tal como servidores de red, enrutadores, y/o los servidores 106.

La memoria 116 puede incluir memoria volátil, tal como Memoria de Acceso Aleatorio (RAM) y/o memoria no volátil, tal como memoria de solo lectura (ROM) o RAM flash. La memoria 116 es un ejemplo de medios legibles por un ordenador. Los medios legibles por un ordenador incluyen al menos dos tipos de medios legibles por un ordenador, a saber medios de almacenamiento informático y medios de comunicaciones.

Los medios de almacenamiento informático incluyen medios volátiles y no volátiles, desmontables y no desmontables implementados en cualquier método o tecnología para almacenamiento de información tal como instrucciones legibles por un ordenador, estructuras de datos, módulos de programas, u otros datos. Los medios de almacenamiento informático incluyen, pero no se limitan a, memoria de cambio de fase (PRAM), memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), otros tipos de memorias de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura eléctricamente programable y borrable (EEPROM), memoria flash u otra tecnología de memoria, memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM), discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento óptico, casete magnético, cinta magnética, dispositivos de almacenamiento en disco magnético u otro almacenamiento magnético, o cualquier otro medio de no transmisión que puede ser usado para almacenar información para el acceso de un dispositivo informático.

En contraste, los medios de comunicación pueden incluir instrucciones legibles por un ordenador, estructuras de datos, módulos de programas, u otros datos en una señal de datos modulada, tal como una onda portadora, u otro mecanismo de transmisión. Como se define en este documento, los medios de almacenamiento informático no incluyen medios de comunicación.

Un usuario 122 puede usar la aplicación 118 (tal como la aplicación de monitorización de redes, una aplicación de navegación, etc.) del dispositivo 104 para monitorizar una condición de operación o de salud de un nodo 110 y/o un enlace 112 de conexión en la red 108. En una realización, la aplicación de monitorización de redes puede ser una aplicación proporcionada por el sistema 102 de monitorización de redes. En algunas realizaciones, la aplicación de monitorización de redes puede ser una aplicación independiente que es capaz de comunicarse con el sistema 102 de monitorización de redes y colaborar con el sistema 102 de monitorización de redes para realizar la monitorización de la red. La aplicación de monitorización de redes puede proporcionar información asociada con una topología de la red 108 en forma de un mapa y/o una lista, y puede permitir al usuario 122 seleccionar un nodo 110 y/o enlace 112 de conexión particular para su análisis. Tras recibir una indicación de selección de un nodo 110 y/o enlace 112 de conexión, el sistema 102 de monitorización de redes crea una sonda (por ejemplo, un paquete de datos de prueba, etc.) para determinar la condición de operación o de salud del nodo 110 y/o enlace 112 de conexión seleccionado, y

devuelve un resultado del análisis al usuario 122 a través de un elemento de representación 124 del dispositivo 104, por ejemplo.

Sistema de monitorización de redes ejemplar

5 La FIG. 2 ilustra un sistema 102 de monitorización de redes ejemplar en más detalle. En este ejemplo, el sistema 102 de monitorización de redes ejemplar se describe para ser incluido en o parte de un dispositivo 104. Como se describió en lo anterior, el dispositivo 104 puede incluir, pero no se limita a, una o más unidades 114 de procesamiento y memoria 116. De manera adicional, el dispositivo 104 puede además incluir una o más aplicaciones 118. En algunas realizaciones, el dispositivo 104 puede además incluir una interfaz 202 de red y una interfaz 204 de entrada/salida. La una o más unidades 114 de procesamiento están configuradas para ejecutar instrucciones recibidas desde la interfaz 202 de red, recibidas desde la interfaz 204 de entrada/salida, y/o almacenadas en la memoria 116. En una realización, el dispositivo 104 además incluye un elemento de representación 124. El elemento de representación 124 puede incluir una pantalla táctil, una pantalla normal (esto es, una pantalla sin capacidad sensible al tacto), etc.

15 El sistema 102 de monitorización de redes puede incluir módulos 206 de programas y datos 208 de programas. En una realización, el sistema 102 de monitorización de redes puede incluir un módulo 210 de entrada. El módulo 210 de entrada puede recibir información asociada con un nodo 110 o enlace 112 de conexión del cual una condición de operación o de salud ha de ser analizada desde el usuario 122. Por ejemplo, un módulo 212 de salida del sistema 102 de monitorización de redes puede proporcionar un mapa topológico (o una lista) de todos o un subconjunto de la pluralidad de nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión para presentar al usuario 122 en el elemento de representación 124 del dispositivo 104. En una realización, el módulo 212 de salida puede proporcionar el mapa topológico o la lista para presentar a través de la aplicación 118 del dispositivo 104, tal como la aplicación de monitorización de redes, una aplicación de navegación, por ejemplo. Después de que el usuario 122 puede seleccionar un nodo 110 o enlace 112 de conexión desde el mapa topológico o lista, el módulo 210 de entrada recibe información del nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado desde el dispositivo 104 o la aplicación 118.

25 De manera adicional o alternativa, el sistema 102 de monitorización de redes puede incluir un módulo 214 de selección. El módulo 214 de selección puede automáticamente o semi automáticamente seleccionar un nodo 110 o enlace 112 de conexión en base a uno o más algoritmos de selección o estrategias. Por ejemplo, el módulo 214 de selección puede de manera aleatoria seleccionar un nodo 110 y/o enlace 112 de conexión desde la pluralidad de nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión. En algunos ejemplos, el usuario 122 puede haber indicado una parte particular de la red 108 a ser analizada al sistema 102 de monitorización de redes. Tras recibir información de la parte particular de la red 108 a través del módulo 210 de entrada, el módulo 214 de selección puede seleccionar un nodo 110 y/o enlace 112 de conexión de manera aleatoria desde una parte particular de la red 108. En una realización, el módulo 214 de selección puede seleccionar un nodo 110 o un enlace 112 de conexión de manera estratégica, por ejemplo, mediante la selección progresiva de nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión, empezando desde un nodo 110 o enlace 112 de conexión que está más cerca al dispositivo 104, hasta un nodo 110 o un enlace 112 de conexión indicado por el usuario 122. En algunos ejemplos, el módulo 214 de selección puede de manera aleatoria seleccionar uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión dentro de la parte particular de la red 108. En un ejemplo, el sistema 102 de monitorización de redes puede determinar o seleccionar uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión a ser analizados por una única sonda de monitorización o múltiples sondas de monitorización. De manera adicional o alternativa, el sistema 102 de monitorización de redes puede sondear el uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión de manera substancial al mismo tiempo o en tiempos diferentes.

45 Al seleccionar un nodo 110 o enlace 112 de conexión a ser analizado, el sistema 102 de monitorización de redes puede emplear un módulo 216 de preparación para preparar un paquete de datos para ser enviado para sondear la condición de operación o de salud del nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado. En una realización, el módulo 216 de preparación puede obtener información usable para enrutar el paquete de datos al nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado. A modo de ejemplo y no limitación, la información usable para enrutar el paquete de datos al nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado puede incluir una dirección global, una dirección local, un número (mínimo) de saltos para alcanzar el nodo 110 seleccionado, etc. El módulo 216 de preparación puede obtener la información usable para enrutar el paquete de datos al nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado a partir de una base de datos 218 que incluye información de dirección y/o de identificación asociada con la pluralidad de nodos 110 y la pluralidad de enlaces 112 de conexión. De manera adicional, en algunas realizaciones, la base de datos 218 puede además incluir información topológica de la red 108, y/o condiciones de operación o de salud de la pluralidad de nodos 110 y la pluralidad de enlaces 112 de conexión que son determinadas en la una o más sondas anteriores, etc.

55 En una realización, una dirección local de un nodo se puede corresponder con una dirección de red que es para comunicaciones dentro del vecindario del nodo y es alcanzable (solo) por uno o más nodos vecinos dentro del vecindario del nodo y/o subconjunto de nodos que están ubicados dentro de la parte o toda la red 108. De manera adicional, una dirección global de un nodo se puede corresponder con una dirección de red que es enrutable y/o accesible por cualquier nodo dentro y/o fuera de la red 108, por ejemplo, los dispositivos 104, los servidores 106, etc. Un número de saltos o una cuenta de saltos asociada con un nodo se corresponde con un número de saltos necesario para enrutar el paquete de datos desde un nodo o dispositivo que envía el paquete de datos (por ejemplo,

el dispositivo 104 en este ejemplo) al nodo 110. En algunas realizaciones, la información asociada con el enlace 112 de conexión seleccionado puede incluir, pero no limitarse a, información de dirección o enrutamiento (por ejemplo, una dirección global, una dirección local, o una combinación de las mismas, etc.) asociada con nodos correspondientes a dos extremos del enlace 112 de conexión seleccionado.

5 Al obtener la información usable para enturar un paquete de datos al nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado, el módulo 216 de preparación puede controlar o especificar un camino o una parte del camino que el paquete de datos ha de atravesar o enrutar a través mediante la preparación del paquete de datos en base a la información obtenida. A modo de ejemplo y no limitación, el módulo 216 de preparación puede preparar o generar un paquete de datos de prueba según un protocolo de tunelación. Ejemplos del protocolo de tunelación pueden incluir, pero no limitarse a, IP-en-IP, GRE (Encapsulamiento de Enrutamiento Genérico), MPLS (conmutación de etiquetas multiprotocolo), etc. Por el bien de la descripción, el protocolo de tunelación IP-en-IP es usado en adelante para ilustración. La presente descripción, sin embargo, no está analizada en este protocolo de tunelación IP-en-IP, sino que es también aplicable a otros protocolos de tunelación como se describió anteriormente.

10 En una realización, si un único nodo 110 es seleccionado, el módulo 216 de preparación puede envolver o incluir un primer paquete de datos (por ejemplo, un paquete de datos "interior") en un cuerpo de datos o carga de un segundo paquete de datos (por ejemplo, paquete de datos "exterior") para formar un paquete de datos de prueba. El módulo 216 de preparación puede además generar dos cabeceras de paquetes, una cabecera de paquete interior para el paquete de datos interior y una cabecera de paquetes exterior para el paquete de datos exterior. El módulo 216 de preparación puede configurar o incluir información de enrutamiento (por ejemplo, una dirección global, una dirección local, una cuenta de saltos, etc.) asociada con el nodo 110 seleccionado en la cabecera de paquetes exterior del paquete de datos exterior, e información de enrutamiento de otro nodo 110 (por ejemplo, un nodo 110 destino o dispositivo 104) en la cabecera de paquete interior del paquete de datos interior. Dependiendo del tipo de protocolo o esquema de direccionamiento que la red 108 emplea y/o los dispositivos 104 o nodos 110 adoptan, una cabecera de paquete puede incluir una cabecera de paquete IPv6, una cabecera IPv4, etc.

15 De manera adicional o alternativa, si un enlace 112 de conexión es seleccionado, el módulo 216 de preparación puede envolver o incluir un primer paquete de datos en un segundo paquete de datos para formar un paquete de datos de prueba. El módulo 216 de preparación puede además generar dos cabeceras de paquetes, una primera cabecera de paquete para el primer paquete de datos y una segunda cabecera de paquete para el segundo paquete de datos. El módulo 216 de preparación puede configurar o incluir información de enrutamiento (por ejemplo, una dirección global, una dirección local, una cuenta de saltos, etc.) asociada con un primer extremo del enlace 112 de conexión de la primera cabecera de paquete del primer paquete de datos, e información de enrutamiento de un segundo extremo del enlace 112 de conexión en la segunda cabecera de paquete del segundo paquete de datos. De manera adicional, si un nodo 110 destino es diferente de un primer extremo del enlace 112 de conexión, el módulo 216 de preparación puede envolver o incluir un tercer paquete de datos en el primer paquete de datos con una cabecera de paquete del tercer paquete de datos que incluye información de enrutamiento asociada con el nodo 20 25 30 35 110 destino o dispositivo 104.

En algunas realizaciones, si más de un nodo 110 y/o enlace 112 de conexión es seleccionado, el módulo 216 de preparación puede envolver o incluir paquetes de datos respectivos correspondientes a los nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión seleccionados de manera iterativa uno tras otro como se describió anteriormente para formar un paquete de datos de prueba. Además, el módulo 216 de preparación puede generar cabeceras de paquetes de los respectivos paquetes de datos según la configuración o incluir información de enrutamiento de los nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión en ellos respectivamente. En algunos ejemplos, la información de enrutamiento incluida en una cabecera de paquete de un paquete de datos más interno del paquete de datos de prueba se puede corresponder con información de enrutamiento para el nodo 110 destino o dispositivo 104.

40 En algunas realizaciones, el módulo 216 de preparación puede configurar una o más propiedades o parámetros en las cabeceras de paquetes respectivas de uno o más paquetes de datos asociados con los nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión seleccionados del paquete de datos de prueba. Por ejemplo, el módulo 216 de preparación puede configurar un valor de DSCP (Punto de Código de Servicios Diferenciados) en una cabecera de paquete de un paquete de datos asociado con un nodo 110 o un enlace 112 de conexión seleccionado para controlar un grupo de prioridad (PG) al que el paquete de datos pertenece en un camino que el paquete de datos atraviesa. De manera adicional o alternativa, el módulo 216 de preparación puede configurar un valor de ECN (Notificación de Congestión Explícita) en una cabecera de paquete de un paquete de datos asociado con un nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado para controlar la experiencia de congestión que el paquete de datos puede tener en un camino que el paquete de datos atraviesa.

45 Al crear o generar el paquete de datos de prueba, un módulo 220 emisor del sistema 102 de monitorización de redes puede enviar los paquetes de datos de comprobación al nodo 110 o dispositivo 104 destino a través de la red 108. De manera adicional, el sistema 102 de monitorización de redes puede incluir un módulo 222 de recepción que es configurado para esperar o escuchar un resultado de enrutamiento del paquete de datos de prueba. En una realización, el resultado de enrutamiento puede incluir un resultado de si un paquete de datos encapsulado del paquete de datos de prueba (por ejemplo, el paquete de datos más interno encapsulado en el paquete de prueba) es 50 55 60 recibido en el nodo 110 o dispositivo 104 destino, etc. Dependiendo de si el nodo 110 o dispositivo 104 destino

incluye el sistema 102 de monitorización de redes o una parte del mismo, el módulo 222 de recepción puede recibir el resultado del enrutamiento en el nodo 110 o dispositivo 104 destino (en el cual al menos una parte del sistema 102 de monitorización de redes es incluido), o como un mensaje de notificación enviado desde el nodo 110 o dispositivo 104 destino (donde el sistema 102 de monitorización de redes es una entidad independiente del nodo 110 o dispositivo 104 destino).

En una realización, un módulo 224 de determinación del sistema 102 de monitorización de redes puede determinar la condición de operación o de salud del nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado según uno o más criterios predeterminados. El uno o más criterios predeterminados pueden incluir, por ejemplo, si un resultado de enrutamiento es recibido por el módulo 222 de recepción, si el resultado de enrutamiento es recibido por el módulo 222 de recepción dentro de un periodo de tiempo predeterminado, etc. Si no se recibe resultado de enrutamiento o si un resultado de enrutamiento es recibido fuera de un periodo de tiempo predeterminado, el módulo 224 de determinación puede determinar que el nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado, para el cual la condición de operación o de salud se ha de analizar, es susceptible de una condición problemática, por ejemplo, el nodo 110 o enlace 112 de conexión esta siendo sobrecargado o sufriendo de congestión de tráfico, roto o malfuncionando, etc. Por ejemplo, si un resultado de enrutamiento es recibido por el módulo 222 de recepción fuera de un periodo de tiempo predeterminado, el módulo 224 de determinación puede determinar que el nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado puede ser susceptible de sobrecarga o congestión de tráfico. Si no se recibe resultado de enrutamiento por el módulo 222 de recepción, el módulo 224 de determinación puede determinar que el nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado puede ser susceptible de malfuncionamiento o de estar roto, por ejemplo.

En algunas realizaciones, el módulo 224 de determinación puede determinar que existe un problema en la red 108, pero puede no ser capaz de distinguir si el problema está relacionado con el nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado, u otros nodos o enlaces de conexión en la red 108. El módulo 224 de determinación puede determinar que un análisis más en detalle es deseable. El módulo 224 de determinación puede instruir al módulo 214 de selección que seleccione uno o más otros nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión que son adyacentes al nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado para analizar o determinar sus condiciones de operación o de salud. En una realización, un primer nodo o enlace de conexión es adyacente a un segundo nodo o enlace de conexión del primer nodo o enlace de conexión si el primer nodo o enlace de conexión está a un número de saltos predeterminado (por ejemplo, uno, dos, tres, etc.) del segundo nodo o enlace de conexión. El número de saltos predeterminado puede ser definido por un administrador u operador de red (por ejemplo, el usuario 122) de la red 108, por ejemplo. De manera adicional o alternativa, el módulo 224 de determinación puede proporcionar un aviso al usuario 122 y solicitar al usuario 122 que proporcione instrucciones y/o indicaciones de cuál o cuáles de los nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión han de ser analizados. En algunas realizaciones, el sistema 102 de monitorización de redes puede además incluir otros datos 120 de programa tales como grabaciones de condiciones de operación y/o problemas correspondientes de uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión que han sido analizados.

#### Escenario ejemplar

La FIG. 3A ilustra un primer marco de referencia o escenario 300 ejemplar de atravesar un paquete de datos de prueba según las realizaciones precedentes. En este ejemplo, el sistema 102 de monitorización de redes prepara un paquete 302 de datos de prueba, que incluye una cabecera 304 de paquete exterior, una cabecera 306 de paquete interior y un cuerpo 308 (o carga) de datos, como se describe en las realizaciones precedentes. Por ejemplo, la cabecera 304 de paquete exterior incluye información de enrutamiento (tal como una dirección global, una dirección local o una cuenta de saltos, etc.) asociada con un nodo 312 específico (por ejemplo, un conmutador tal como un conmutador central) cuya condición de operación ha de analizarse como una dirección destino. También, en este ejemplo, la cabecera 306 de paquete interior tiene información de enrutamiento de una fuente 310 como dirección destino correspondiente de un paquete interior. El sistema 102 de monitorización de redes puede entonces enviar el paquete 302 de datos de prueba desde la fuente 310 (por ejemplo, el dispositivo 104 o el servidor 106) a través de la red 108.

En una realización, el paquete 302 de datos de prueba puede ser enrutado a través de uno o más nodos 314 intermedios y llegar al nodo 312 específico. El paquete 302 de datos de prueba puede ser desencapsulado o desenvuelto en el plano o capa de datos del nodo 312 específico sin consumir recursos de procesamiento del nodo 312 específico. Al desencapsular o desenvolver, el paquete 316 de datos desencapsulado o desenvuelto puede ser enrutado o dirigido a la fuente 310 a través de uno o más nodos 314 intermedios (que pueden o pueden no ser los mismos que los nodos cuando el paquete 302 de datos de prueba es enrutado desde la fuente 310 al nodo 312 específico) en base a la dirección destino incluida en la cabecera 306 del paquete interior. En una realización, el paquete 316 de datos desencapsulado o desenvuelto puede ser enrutado o dirigido a la fuente 310 a través del uno o más nodos 314 intermedios que usan un mismo mecanismo para dirigir o enrutar un paquete de datos normal o común. Tras llegar a la fuente 310, el sistema 102 de monitorización de redes puede analizar información asociada con el paquete 316 de datos desencapsulado o desenvuelto para determinar la condición de operación del nodo 312 específico como se describe en las realizaciones precedentes.

En algunas realizaciones, si existe un problema para el nodo 312 específico, por ejemplo, el nodo 312 específico está roto o ha sido sobrecargado, el paquete 302 de datos de prueba puede no ser capaz de alcanzar el nodo 312 específico y por lo tanto ningún paquete de datos asociado con el paquete 302 de datos de prueba puede ser

recibido en la fuente 310. En este caso, el sistema 102 de monitorización de redes puede determinar o detectar que el nodo 312 específico está actualmente experimentando un problema. El sistema 102 de monitorización de redes puede entonces proporcionar un resultado de análisis para la presentación del usuario 122 a través del elemento de representación 124 del dispositivo 104, y esperar más instrucciones desde el usuario 122. De manera adicional o alternativa, el sistema 102 de monitorización de redes puede, con o sin intervención o instrucción desde el usuario 122, de manera progresiva seleccionar uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión que son adyacentes al nodo 312 específico para identificar o ubicar una fuente del problema.

La FIG. 3B ilustra un segundo marco de referencia o escenario 318 ejemplar de atravesar un paquete de datos de prueba según las realizaciones precedentes. En este ejemplo, el sistema 102 de monitorización de redes puede determinar o analizar las condiciones de operación o de salud de múltiples nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión en una única sonda o intento de monitorización. En una realización, el paquete 320 de datos de prueba puede incluir una cabecera 322 de paquete exterior, cabeceras 324-1, ..., 324-K de paquetes interiores múltiples, y un cuerpo de datos (o carga) 326, como se describe en las realizaciones precedentes, donde K es un entero mayor que uno. La cabecera 322 de paquete exterior puede incluir información de enrutamiento (tal como una dirección global, una dirección local o una cuenta de saltos, etc.) asociada con un primer nodo 328 (por ejemplo, un conmutador tal como un conmutador ToR) para el cual la condición de operación ha de ser analizada como una dirección destino. La cabecera 324-1 de paquete interior puede incluir información de enrutamiento (tal como una dirección global, una dirección local o una cuenta de saltos, etc.) asociada con un segundo nodo 330 (por ejemplo, un conmutador tal como un conmutador agregado) del cual la condición de operación ha de ser analizada como una dirección destino. También, en este ejemplo, la cabecera 324-K de paquete más interno puede incluir información de enrutamiento de un destino 332 como dirección de destino correspondiente de un paquete 334 de datos más interno. El sistema 102 de monitorización de redes puede entonces enviar el paquete 320 de datos de prueba desde una fuente 336 (por ejemplo, el dispositivo 104 el servidor 106) a través de la red 108.

En una realización, cuando el paquete 320 de datos de prueba es enrutado con éxito y llega al primer nodo 328, el paquete 320 de datos de prueba es desencapsulado o desenvuelto en un plano o capa de datos del primer nodo 328 para exponer la cabecera 324-1 del paquete interior con o sin consumir recursos de procesamiento del primer 328 nodo. Al desencapsular o desenvolver, el paquete 338 de datos desenvuelto puede consecuentemente ser enrutado al segundo nodo 330 a través de un número M de nodos 340 intermedios en base a la dirección destino incluida en la cabecera 324-1 de paquete interior, donde M es un entero igual o mayor que cero. En una realización, el primer paquete 338 de datos desenvuelto puede entonces ser enrutado o dirigido al segundo nodo 330 mediante el uso de un mecanismo para dirigir o enrutar un paquete de datos normal o común. En un ejemplo, si llega con éxito al segundo nodo 330, el primer paquete 338 de datos desenvuelto puede ser desencapsulado o desenvuelto en un plano o capa de datos correspondiente del segundo nodo 330 para generar un segundo paquete 342 de datos desenvuelto. El segundo paquete 342 de datos desenvuelto puede entonces ser enrutado a otro nodo para el cual la condición de operación ha de ser analizada o el destino 332 a través de cero o algunos nodos intermedios. En una realización, el paquete 342 de datos desenvuelto enviado puede ser enrutado o dirigido al destino 332 mediante el uso del mismo mecanismo para dirigir o enrutar un paquete de datos normal o común. Dependiendo de si el paquete 334 de datos más interno del paquete 320 de datos de prueba llega con éxito al destino 332, el sistema 102 de monitorización de redes puede determinar si uno o más de los múltiples nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión están trabajando correctamente o sobrecargados, etc., como se describe en las realizaciones precedentes.

#### Implementaciones alternativas

Aunque el sistema 102 de monitorización de redes es descrito como parte de o incluido en el dispositivo 104 desde el cual un paquete de datos de prueba es enviado y/o recibido, en algunas realizaciones, el sistema 102 de monitorización de redes puede ser incluido en uno o más dispositivos 104 y/o uno o más servidores 106 que son diferentes del dispositivo 104 desde el cual el paquete de datos de prueba es enviado y/o un dispositivo 104 al cual el paquete de datos de prueba es destinado. En este ejemplo, en referencia a la FIG. 1 como un ejemplo, el sistema 102 de monitorización de redes puede enviar una solicitud o instrucción de un primer dispositivo 104 (por ejemplo, dispositivo 104-1), que solicita al primer dispositivo 104 preparar y enviar un paquete de datos de prueba. El sistema 102 de monitorización de redes puede también enviar otra solicitud o instrucción a un segundo dispositivo 104 que puede ser el mismo o diferente del primer dispositivo 104, que solicita al segundo dispositivo 104 enviar un mensaje de notificación de vuelta al sistema 102 de monitorización de redes con respecto a un resultado de enrutamiento del paquete de datos de prueba. En algunos ejemplos, si el primer dispositivo 104 y el segundo dispositivo 104 son el mismo, el sistema 102 de monitorización de redes puede enviar una única solicitud o instrucción a este mismo dispositivo 104 para alcanzar tanto el envío del paquete de datos de prueba como la notificación de un resultado de enrutamiento del paquete de datos de prueba.

Además, aunque las realizaciones precedentes describen que el sistema 102 de monitorización de redes genera o crea un paquete de datos de prueba para sondear una condición de operación o de salud de un nodo seleccionado, en otros ejemplos, el sistema 102 de monitorización de redes puede incorporar este sondeo en un paquete de datos original o normal que originalmente o inicialmente no está relacionado con la monitorización de la red. Por ejemplo, el paquete de datos original o normal puede incluir un paquete de datos que ha de enviarse desde un primer dispositivo a un segundo dispositivo debido a una solicitud u operación de otra aplicación 118, el primer dispositivo o el segundo dispositivo que no está relacionado con la monitorización de la red. En este caso, el sistema

102 de monitorización de redes puede envolver o encapsular el paquete de datos original dentro de un paquete de datos correspondiente a un nodo del cual la condición de operación ha de analizarse para formar un nuevo paquete de datos, y enviar el nuevo paquete de datos al segundo dispositivo a través del nodo a ser analizado. En algunos ejemplos, el sistema 102 de monitorización de redes puede haber negociado o acordado con el segundo dispositivo al respecto de un formato de datos que indica ésta incorporación del sondeo con la transmisión del paquete de datos original, y puede o puede no modificar una cabecera de paquete y/o cuerpo de datos (por ejemplo, una carga) del paquete de datos original en consecuencia para indicar esta incorporación. Tras recibir el paquete de datos original (con o sin modificación dependiendo de un formato negociado o acordado), el segundo dispositivo puede reconocer la modificación en base al formato de datos acordado y notificar el sistema 102 de monitorización de redes de un resultado de enrutamiento del paquete de datos original (y por lo tanto un resultado de enrutamiento del paquete de datos correspondiente al nodo a ser analizado).

#### Métodos ejemplares

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que representa un método 400 ejemplar de monitorización de redes. En algunos casos, el método de la FIG. 4 puede ser implementado en el marco de referencia de la FIG. 1, mediante el uso del sistema de monitorización de redes de la FIG. 2 y/o bajo un escenario similar al correspondiente a la FIG. 3. Para facilitar la explicación, el método 400 es descrito con referencia a las FIG. 1 – 3. Sin embargo, el método 400 puede de manera alternativa implementarse en otros entornos y/o mediante el uso de otros sistemas.

El método 400 ilustrado en la FIG. 4 es descrito en el contexto general de instrucciones ejecutables por ordenador. De manera general, las instrucciones ejecutables por ordenador pueden incluir rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, procedimientos, módulos, funciones, y similares que realizan funciones particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. El método puede también ser practicado en un entorno informático distribuido donde las funciones son realizadas por dispositivos de procesamiento remotos que están conectados a través de una red de comunicación. En un entorno informático distribuido, las instrucciones ejecutables por un ordenador pueden estar ubicadas en medios de almacenamiento informático local y/o remoto, incluyendo dispositivos de almacenamiento de memoria.

El método ejemplar es ilustrado como colección de bloques en un gráfico de flujo lógico que representa una secuencia de operaciones que pueden implementarse en hardware, software, firmware, o una combinación de los mismos. El orden en el cual el método es descrito no pretende ser interpretado como una limitación, y cualquier número de los bloques del método descrito pueden combinarse en cualquier orden para implementar el método, o métodos alternativos. De manera adicional, bloques individuales pueden ser omitidos del método sin salirse del espíritu y alcance de la materia descrita en este documento. En el contexto del software, los bloques representan instrucciones informáticas que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, realizan las operaciones recitadas. En el contexto del hardware, algunos o todos los bloques pueden representar circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC) u otros componentes físicos que realizan las operaciones recitadas.

En referencia a la FIG. 4, en el bloque 402, el método 400 incluye determinar un nodo o enlace de conexión a ser analizado. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2, el módulo 210 de entrada o el módulo 214 de selección puede determinar o seleccionar uno o más nodos 110 y/o uno o más enlaces 112 de conexión a los cuales las condiciones de operación o de salud han de ser analizadas.

En el bloque 404, el método 400 incluye la obtención de información de enrutamiento del nodo o enlace de conexión a ser analizado. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2, el módulo 216 de preparación puede obtener información de enrutamiento respectiva asociada con el uno o más nodos 110 seleccionados y /o el uno o más enlaces 112 de conexión seleccionados.

En el bloque 406, el método 400 incluye encapsular o envolver uno o más paquetes de datos para formar un paquete de datos de prueba. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2, el módulo 216 de preparación puede encapsular o envolver un primer paquete de datos en un segundo paquete de datos para formar un paquete de datos de prueba según un protocolo de tunelación. En una realización, al menos uno entre el primer paquete de datos y el segundo paquete de datos se corresponde con un nodo 110 seleccionado o un extremo de un enlace 112 de conexión.

En el bloque 408, el método 400 incluye determinar si uno o más nodos y/o enlaces de conexión han de ser analizados. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2, el módulo 216 de preparación puede determinar si se va a realizar más encapsulamiento o envoltura para otro nodo 110 seleccionado o un extremo de otro enlace 112 de conexión seleccionado. Si más encapsulamiento o envoltura se va a realizar, el módulo 216 de preparación encapsula o envuelve de manera iterativa o repetida el paquete de datos de prueba en otro paquete de datos que se corresponde con otro nodo 110 seleccionado o un extremo de otro enlace 112 de conexión seleccionado.

En el bloque 410, el método 400 incluye enviar el paquete de datos de prueba. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2, si no se necesita más encapsulamiento o envoltura, el módulo 220 emisor puede enviar el paquete de datos de prueba.

En el bloque 412, el método 400 incluye recibir un resultado de enrutamiento del paquete de datos de prueba. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2, el módulo 222 de recepción puede recibir un resultado de enrutamiento del paquete de datos de prueba en o desde un destino o nodo 110 o dispositivo 104 final.

5 En el bloque 414, el método 400 incluye determinar una condición de operación del nodo o enlace de conexión. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2, el módulo 224 de determinación puede determinar condiciones de operación respectivas del uno o más nodos 110 seleccionados y/o el uno o más enlaces 112 de conexión seleccionados en base al resultado de enrutamiento y según uno o más criterios predeterminados.

10 En el bloque 416, el método 400 incluye determinar si otro nodo o enlace de conexión ha de ser analizado. Por ejemplo, en referencia a la FIG. 2, el módulo 210 de entrada o el módulo 214 de selección puede determinar si otro nodo 110 o enlace 112 de conexión han de ser analizados. Si no se necesita analizar un nodo 110 o enlace 112 de conexión adicional, el módulo 210 de entrada o el módulo 214 de selección pueden parar y esperar la siguiente solicitud o instrucción. Si se necesita analizar un nodo 110 o enlace 112 de conexión adicional, el módulo 216 de preparación puede obtener información de enrutamiento asociada con el nodo 110 o enlace 112 de conexión adicional, y preparar un nuevo paquete de datos de prueba.

15 Cualquiera de los actos de cualquiera de los métodos descritos en este documento puede ser implementado al menos de manera parcial por un procesador u otro dispositivo electrónico basado en instrucciones almacenadas en uno o más medios legibles por un ordenador. A modo de ejemplo y no limitación, cualquiera de los actos de cualquiera de los métodos descritos en este documento puede ser implementado bajo el control de uno o más procesadores configurados con instrucciones ejecutables que pueden almacenarse en uno o más medios legibles  
20 por un ordenador tal como uno o más medios de almacenamiento informático. Además, los componentes y operaciones de los varios métodos como se describen en lo precedente pueden combinarse, volver a disponerse, sustituirse y/o omitirse sin salirse de la presente descripción.

#### Interfaz de usuario ejemplar

25 La FIG. 5 ilustra una interfaz 500 de usuario ejemplar que puede ser usada por el sistema 102 de monitorización de redes para interactuar o comunicarse con el usuario 122. En este ejemplo, la interfaz 500 de usuario es descrita como una interfaz de usuario proporcionada a través de la aplicación 118, por ejemplo, la aplicación de monitorización de redes del dispositivo 104. En otros ejemplos, la interfaz 500 de usuario puede ser una interfaz de usuario proporcionada de manera remota por el sistema 102 de monitorización de redes y presentada al usuario 122 a través de la aplicación 118 (por ejemplo, una aplicación de navegación) a través del elemento de representación  
30 124 del dispositivo 104. En este ejemplo, el elemento de representación 124 es descrito como una pantalla táctil. En otros ejemplos, el elemento de representación 124 puede incluir una pantalla normal sin capacidad sensible al tacto.

35 En una realización, la interfaz 500 de usuario puede incluir un mapa 502 topológico y/o una lista 504 de una parte o todos los nodos 110 y/o los enlaces 112 de conexión en la red 108. El mapa 502 topológico y/o la lista 504 puede proporcionar información asociada con uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión en la red 108. Ejemplos de información proporcionada puede incluir, pero no se limita a, información de identificación del uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión, condiciones de operación del uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión, tiempos de última actualización del uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión, etc. En un ejemplo, la información asociada con un nodo 110 y/o un enlace 112 de conexión puede ser presentada al usuario 122 en el mapa 502 topológico cuando el usuario 122 posiciona un instrumento para apuntar (tal como un dedo o un puntero  
40 para una pantalla táctil, un ratón para una pantalla normal, etc.) en un objeto gráfico que representa un nodo 110 o enlace 112 de conexión.

45 En una realización, el usuario 122 puede seleccionar 506 un nodo 110 o enlace 112 de conexión particular para instruir al sistema 102 de monitorización de redes para determinar una condición de operación o de salud de ese nodo 110 o enlace 112 de conexión particular. En algunas realizaciones, el usuario 122 puede seleccionar 508 una parte o subconjunto de la red 108 que incluye uno o más nodos 110 y/o uno o más enlaces 112 de conexión para los cuales se han de analizar las condiciones de operación.

50 Al recibir una indicación de selección de un nodo 110 o enlace 112 de conexión particular (o un subconjunto de la red 108) a través del módulo 210 de entrada, el sistema 102 de monitorización de redes puede realizar la monitorización de la red del nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado (o el subconjunto seleccionado de la red 108) como se describe en realizaciones precedentes. En respuesta a la determinación de la condición de operación del nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado (o el subconjunto seleccionado de la red 108), el sistema 102 de monitorización de redes puede proporcionar un resultado del análisis para presentar al usuario 122 en una sección 510 de resultado de la interfaz 500 de usuario.

55 De manera adicional o alternativa, en algunas realizaciones, la aplicación 118 puede presentar el resultado del análisis en una región diferente (esto es, la sección de resultado) de la interfaz 500 de usuario. A modo de ejemplo y no de limitación, la interfaz 500 de usuario o la aplicación 118 pueden actualizar una parte del mapa 502 topológico y/o la lista 504 correspondiente al nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado (o el subconjunto seleccionado de la red 108) para mostrar el resultado del análisis. En una realización, la interfaz 500 de usuario o la aplicación 118

5 puede resaltar la parte actualizada del mapa 502 topológico y/o la lista 504 para permitir al usuario 122 detectar fácilmente el resultado del análisis del nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado (o el subconjunto seleccionado de la red 108). La interfaz 500 de usuario o la aplicación 118 pueden resaltar la parte actualizada mediante el uso de un color, estilo (por ejemplo, tamaño de texto, fuente, estilo, etc.) diferentes. De manera adicional o alternativa, la interfaz 500 de usuario o la aplicación 118 pueden resaltar la parte actualizada mediante parpadeo o flasheado de la parte actualizada, por ejemplo.

10 De manera adicional, en algunas realizaciones, el sistema 102 de monitorización de redes puede permitir al usuario 122 determinar si realizar un análisis más detallado en el nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado (o uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión del subconjunto seleccionado de la red 108) para determinar qué problema (sobrecarga, malfuncionamiento, roto, etc.) es más probable que esté experimentando el nodo 110 o enlace 112 de conexión seleccionado (o el uno o más nodos 110 y/o enlaces 112 de conexión del subconjunto seleccionado de la red 108).

#### Conclusión

15 Aunque algunas realizaciones han sido descritas en lenguaje específico a características estructurales y/o actos metodológicos, se entenderá que las reivindicaciones no están necesariamente limitadas a las características o actos específicos descritos. Al contrario, las características y actos específicos son descritos como formas ejemplares de implementar la materia reivindicada.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método que comprende:

controlar una o más unidades (114) de procesamiento configuradas con instrucciones ejecutables:

5 transmitir un paquete de datos a un nodo (110) destino, el paquete de datos que comprende información de más de un nodo (312) específico a través de los cuales el paquete de datos es enrutado; y

determinar una condición de salud del más de un nodo específico en base al menos en parte en el resultado de la transmisión del paquete de datos;

el método además comprende encapsular de manera iterativa al menos un primer paquete en un segundo paquete, y el segundo paquete en un tercer paquete para formar un paquete de datos transmitido.

10 2. El método como se recita en la reivindicación 1, donde el encapsulamiento además comprende incluir información de dirección del uno o más nodos respectivos en las cabeceras de paquetes del primer y segundo paquetes, y donde la información de dirección comprende una dirección global o una dirección local de los nodos específicos respectivos, la dirección global correspondiente a una dirección enrutable en la red (108) que incluye el más de un nodo específico y el nodo destino, y la dirección local que se corresponde con una dirección alcanzable por uno o  
15 más vecinos del nodo específico respectivo.

3. El método como se recita en la reivindicación 2, donde la transmisión del paquete de datos comprende transmitir el paquete de datos a un primer nodo intermedio según la información de dirección de destino incluida en una cabecera de paquete del tercer paquete, el primer nodo intermedio que desencapsula el tercer paquete para obtener el segundo paquete y el primer nodo intermedio que dirige el segundo paquete a un segundo nodo intermedio según la información de dirección de destino incluida en una cabecera de paquete del segundo paquete, el segundo nodo intermedio que desencapsula el segundo paquete para obtener el primer paquete y el segundo nodo intermedio que dirige el primer paquete a otro nodo según la información de dirección de destino incluida en una cabecera de paquete del primer paquete.

20 4. El método como se recita en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la información de al menos uno de los nodos específicos comprende el número de saltos que el paquete de datos atraviesa desde un nodo que envía el paquete de datos a al menos uno de los nodos específicos.

5. El método como se recita en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende determinar que los nodos específicos están funcionando cuando el resultado de la transmisión del paquete de datos se corresponde con un éxito en una recepción del paquete de datos dentro de un umbral de tiempo predeterminado en el nodo destino.

25 6. Uno o más medios legibles por ordenador que almacenan instrucciones ejecutables que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, causan que el uno o más procesadores (114) realicen actos que comprenden:

transmitir un paquete de datos a un nodo (110) destino, el paquete de datos que comprende información de más de un nodo (312) específico a través de los cuales el paquete de datos es enrutado; y

30 35 determinar una condición de salud del más de un nodo específico en base al menos en parte en el resultado de la transmisión del paquete de datos;

encapsular de manera iterativa al menos un primer paquete en un segundo paquete, y el segundo paquete en un tercer paquete para formar un paquete de datos transmitido.

40 7. El uno o más medios legibles por ordenador como se recitan en la reivindicación 6, donde el encapsulamiento iterativo del más de un paquete de datos respectivo comprende configurar de manera iterativa las direcciones destino de más de un nodo específico en cabeceras de paquetes del más de un paquete de datos respectivo.

8. El uno o más medios legibles por ordenador como se recitan en la reivindicación 7, además comprende determinar si una dirección global, una dirección local o una combinación de las mismas es usada como una dirección destino de un nodo específico en una cabecera de paquete de un paquete de datos respectivo de un nodo específico.

45 9. El uno o más medios legibles por ordenador como se recitan en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, los actos además comprenden añadir información del número de saltos que el paquete de datos de prueba atraviesa desde un nodo que envía el paquete de datos de prueba a al menos uno del más de un nodo específico.

50 10. El uno o más medios legibles por ordenador como se recitan en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, donde un nodo receptor al cual el paquete de datos de prueba está destinado es el mismo que un nodo emisor desde el cual el paquete de datos de prueba es originado, y los actos además comprenden:

enviar el paquete de datos de prueba; y

donde la determinación de la condición de salud del más de un nodo específico se base al menos en parte de si el paquete de datos de prueba es recibido.

11. Un sistema que comprende:

5 una o más unidades de procesamiento;

memoria que almacena instrucciones ejecutables que, cuando son ejecutadas por la una o más unidades de procesamiento, causan que la una o más unidades de procesamiento realicen actos que comprenden:

10 incluir de manera iterativa un primer paquete de datos dentro de un segundo paquete de datos y el segundo paquete de datos dentro de un tercer paquete de datos, una cabecera de paquete del segundo paquete de datos que comprende información asociada con más de un nodo específico de los cuales una condición de salud ha de ser determinada para la monitorización de la red, una cabecera de paquete del tercer paquete de datos que comprende información asociada con otro nodo específico del cual la condición de salud ha de ser determinada, y una cabecera de paquete del primer paquete de datos que comprende información asociada con un nodo destino que determina la condición de operación de los nodos específicos; y

15 enviar el tercer paquete de datos;

donde el más de un nodo específico son los nodos a través de los cuales el tercer paquete de datos ha de ser enrutado.

12. El sistema como se recita en la reivindicación 11, donde la información asociada con el nodo específico comprende una dirección global o una dirección local del nodo específico.

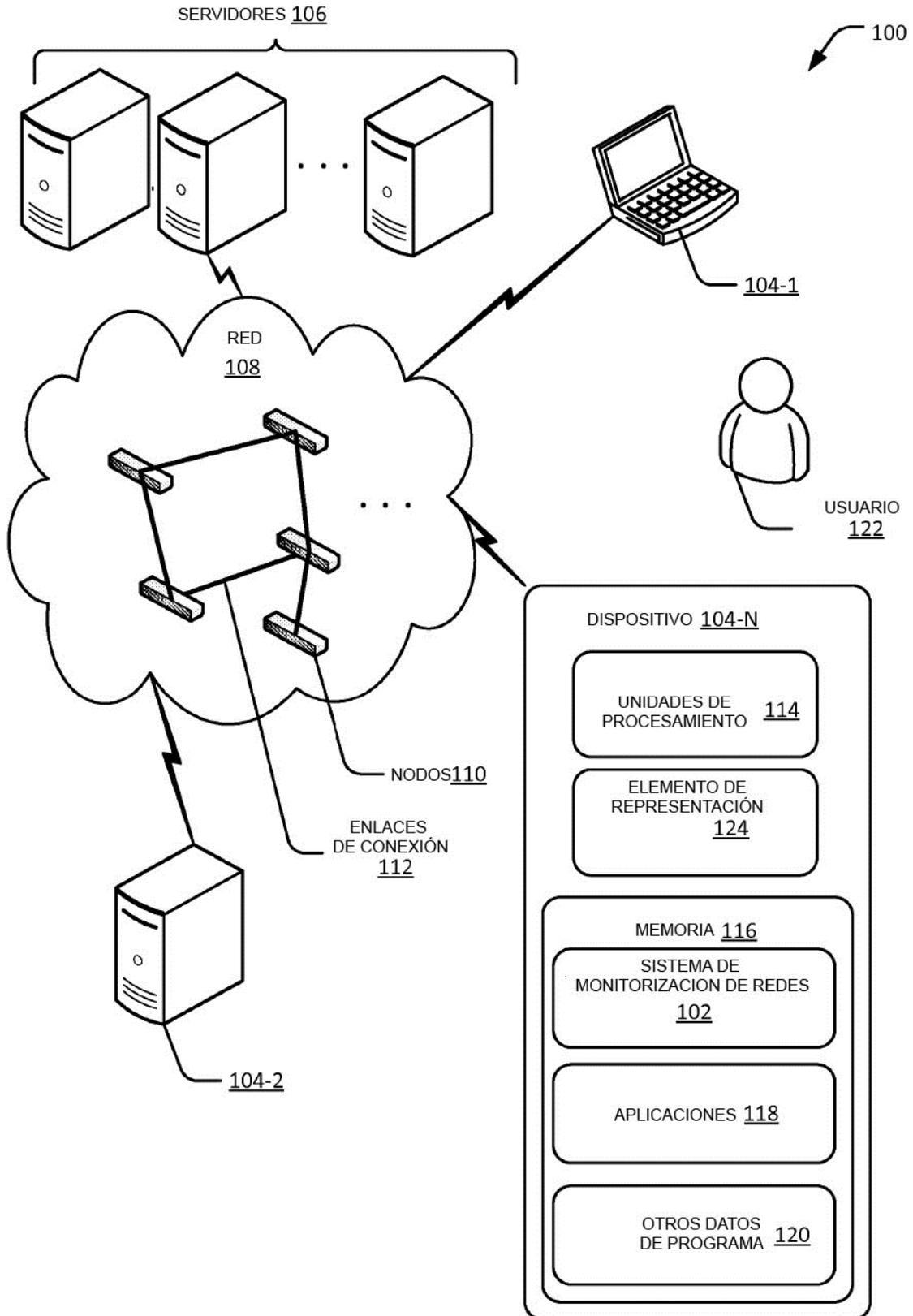
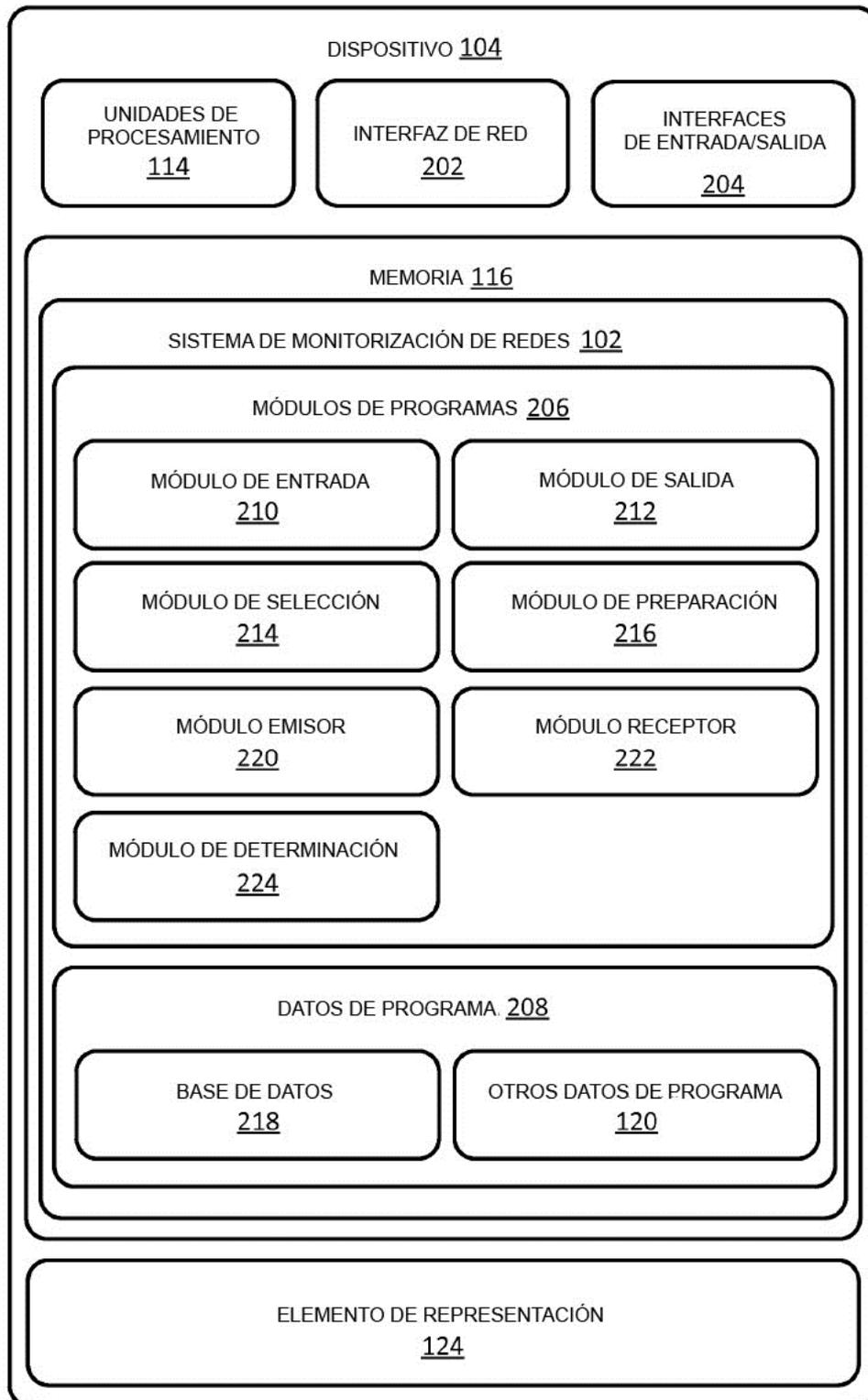
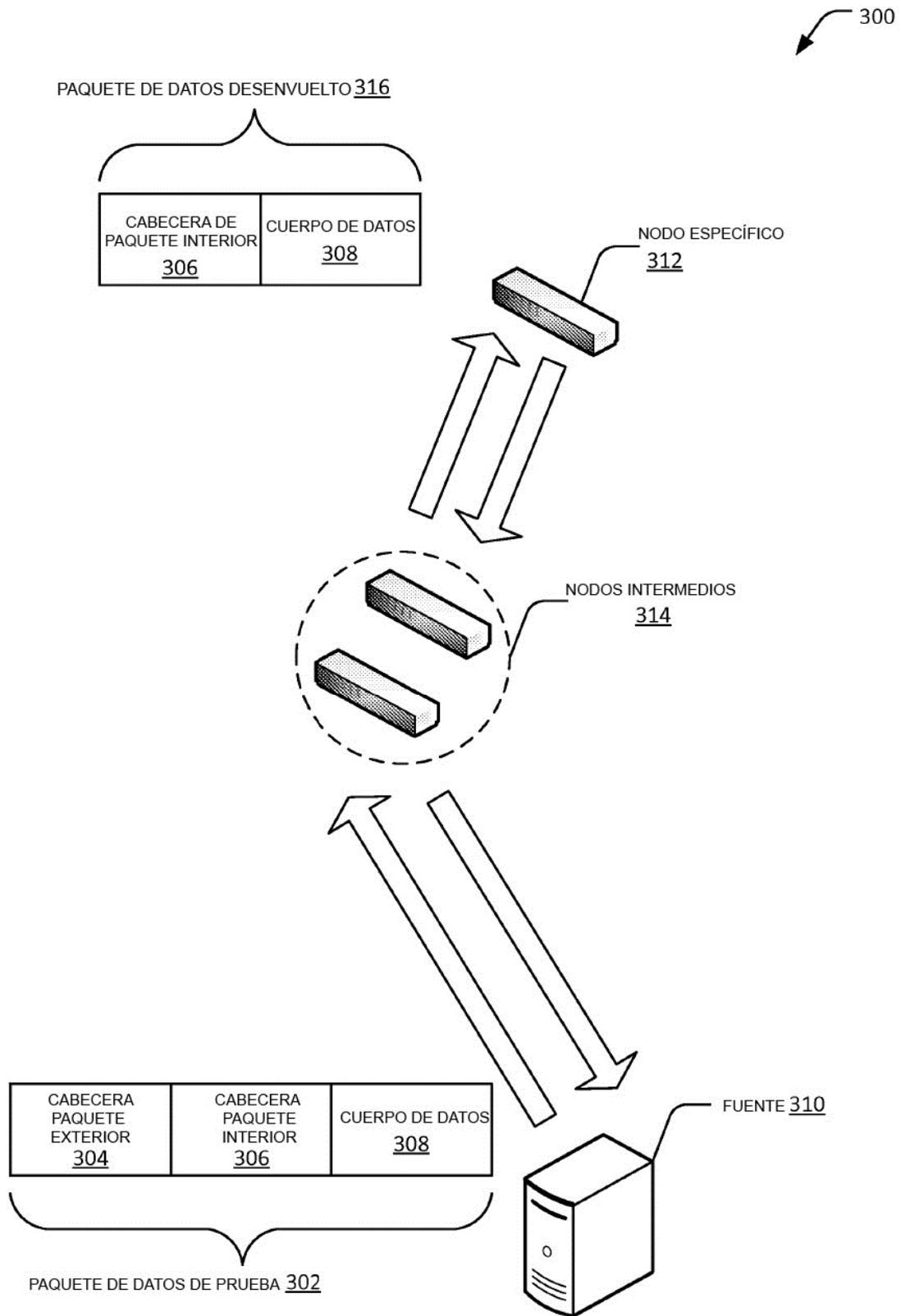


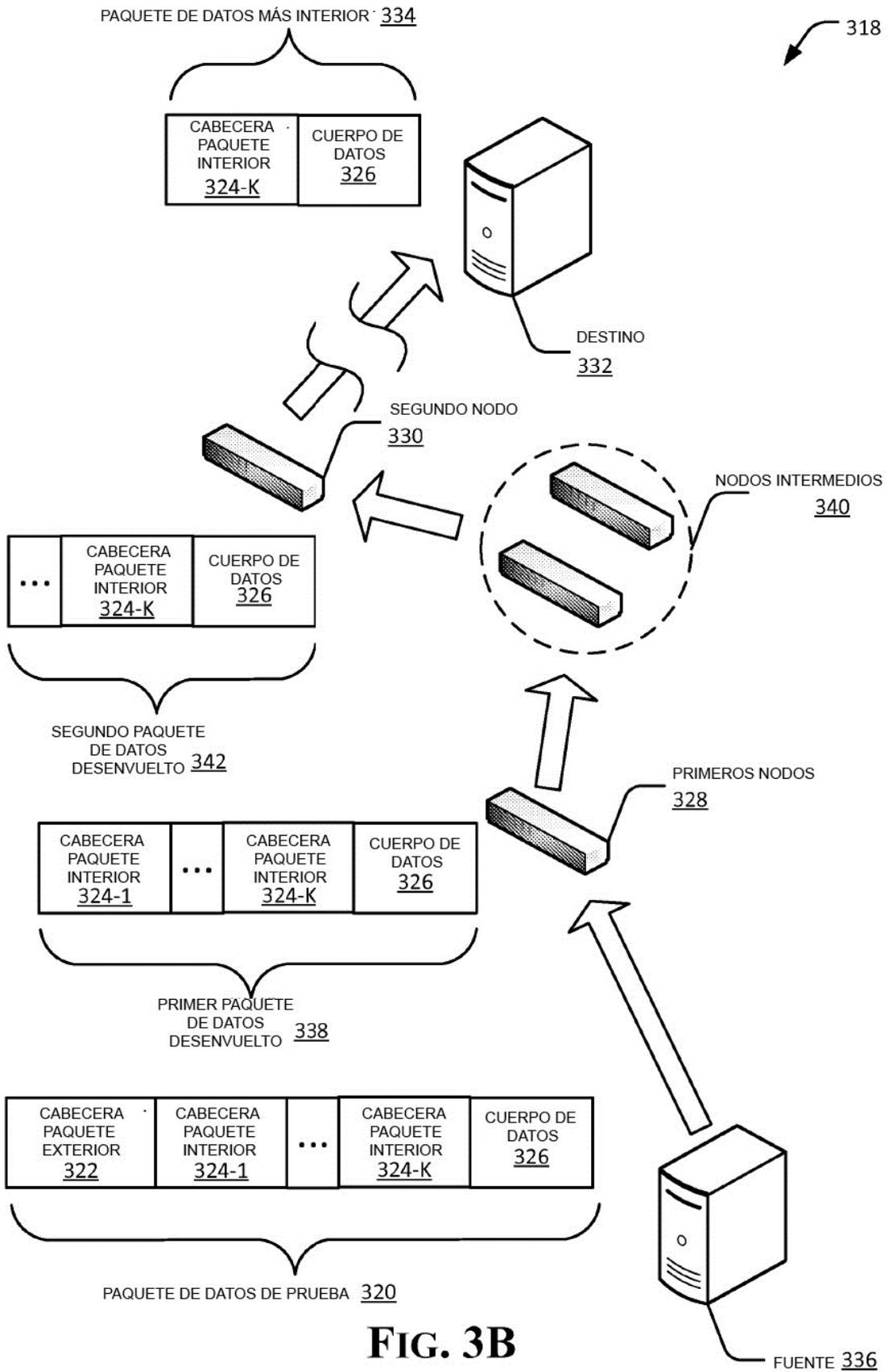
FIG. 1



**FIG. 2**



**FIG. 3A**



**FIG. 3B**

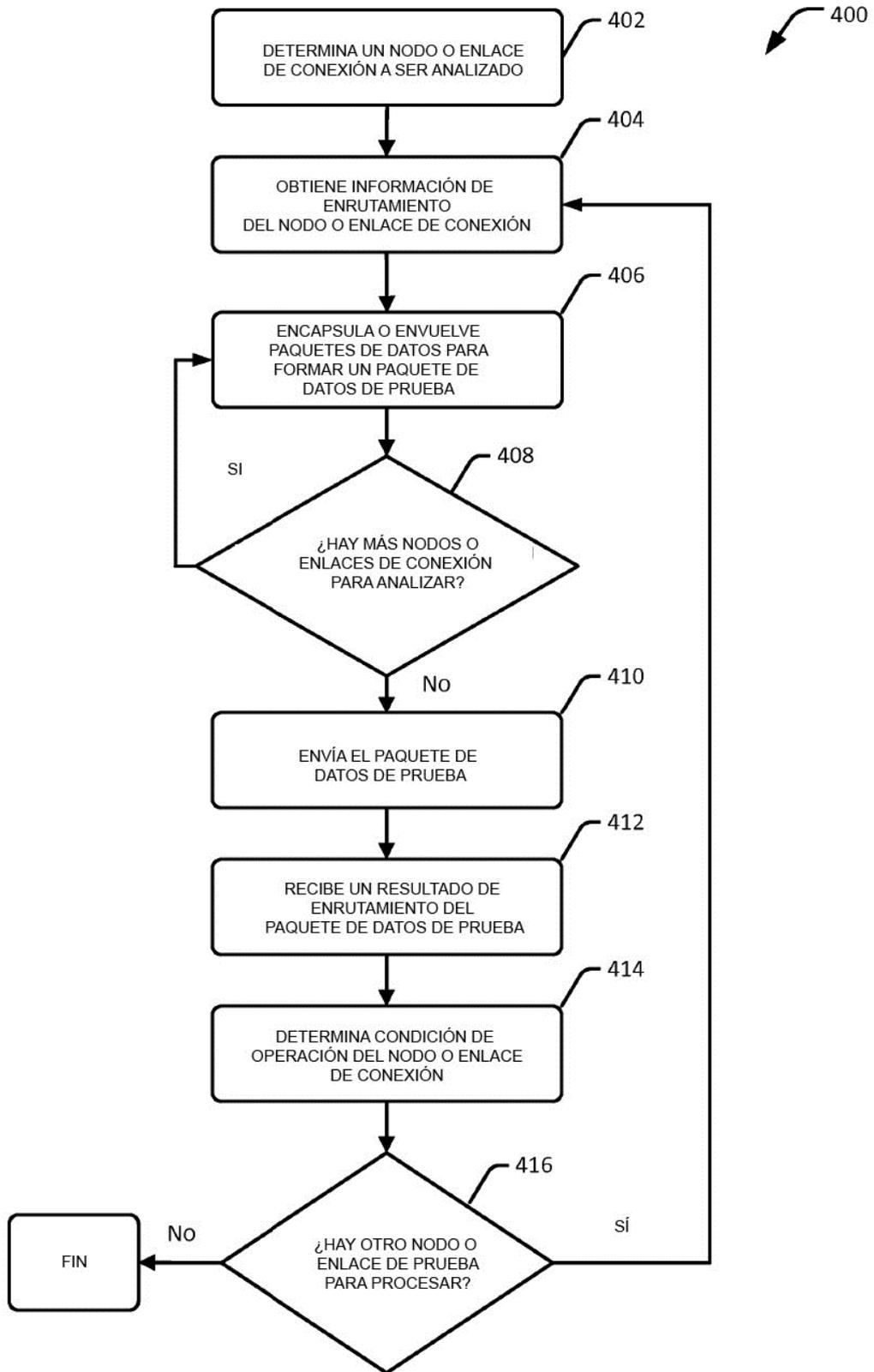


FIG. 4

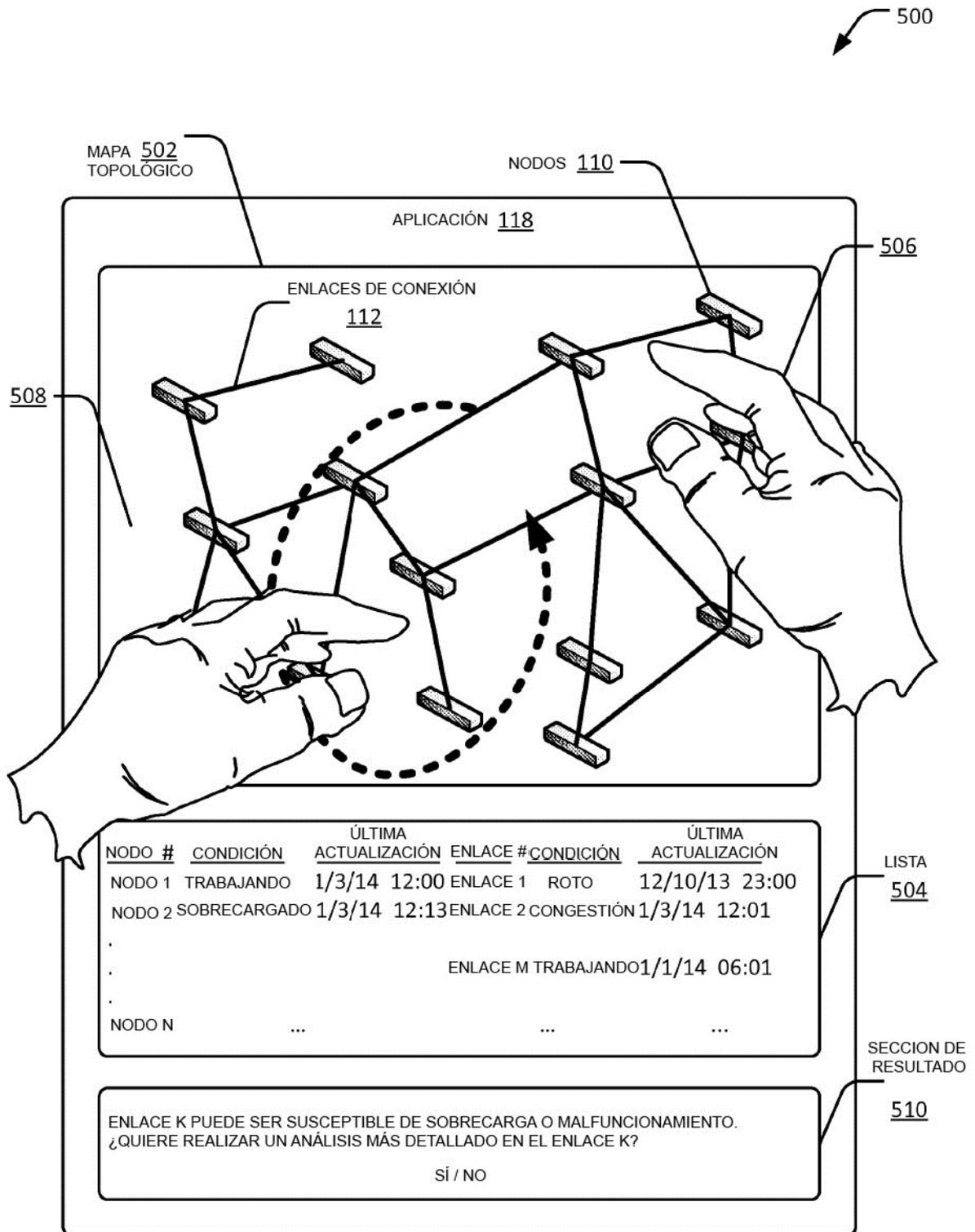


FIG. 5