

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 392**

51 Int. Cl.:

H04L 12/26 (2006.01)
H04L 12/413 (2006.01)
H04L 12/707 (2013.01)
H04L 12/703 (2013.01)
H04L 12/46 (2006.01)
H04L 12/437 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2011** **E 11165466 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017** **EP 2523401**

54 Título: **Redes virtuales dentro de una red física**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.10.2017

73 Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE OY (100.0%)
Hiomotie 32
00380 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

KEMPPAINEN, JOUNI;
LAHTINEN, OLLI-PEKKA y
VÄISÄNEN, MIKA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 639 392 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

Redes virtuales dentro de una red física

Campo

5 La invención se refiere al campo de las telecomunicaciones y, en particular, a redes virtuales en sistemas de comunicaciones con conmutación de paquetes.

Antecedentes

10 La siguiente descripción de la técnica anterior puede incluir percepciones, descubrimientos, entendimientos o divulgaciones, o asociaciones junto con divulgaciones, no conocidas en la técnica relevante antes de la presente invención, sino proporcionadas por la invención. Algunas de tales contribuciones de la invención pueden estar específicamente precisadas en lo que sigue, mientras que otras de estas contribuciones de la invención resultarán evidentes a partir de su contexto.

15 Con la evolución de las tecnologías de comunicaciones y los distintos servicios que utilizan tecnología con conmutación de paquetes, la importancia de unas comunicaciones fiables y continuas para algunos servicios ha aumentado constantemente. Una de las razones reside en que el tráfico en tiempo real, por ejemplo la voz, es muy sensible a interrupciones del enlace y/o a distintos retrasos causados por la transmisión de tráfico en tiempo real a través de una red de paquetes utilizando protocolo de Internet (IP, por sus siglas en inglés) o Ethernet, por ejemplo.

20 Las redes que utilizan IP o Ethernet permiten el uso de paquetes de tamaño variable y el reencaminamiento de paquetes en caso de interrupción de un enlace. Una solución que ofrece tolerancia a fallos frente a una interrupción de enlace se basa en conectar nodos de red en un anillo, también denominado bucle, en donde se pasa a inactivo uno de los enlaces de transmisión (un enlace se realiza entre dos nodos) de modo que no existe bucle de transmisión y, en caso de una interrupción de enlace, se pasa a activo el enlace inactivo. Dependiendo de la implementación, esto se logra utilizando un protocolo de árbol de expansión implementado por nivel 2 de Ethernet u otros conmutadores de capa de enlace de datos correspondientes (también denominados puentes), o bien utilizando un protocolo de encaminamiento de estado de enlace implementado por nivel 3 de IP u otros encaminadores de capa de red correspondientes. El protocolo de árbol de expansión crea un árbol de expansión dentro de una red de malla de conmutadores de capa 2 conectados y deshabilita aquellos enlaces que no forman parte del árbol de expansión, dejando una única ruta activa entre dos redes cualesquiera. Los enlaces deshabilitados son rutas de respaldo que se activan durante una convergencia, si se interrumpe un enlace activo. Un protocolo de encaminamiento de estado de enlace, implementado en cada encaminador, recopila información de estado de enlace de cada uno de los otros encaminadores, detecta cambios en una topología de red, tales como interrupciones de enlace, y converge a una nueva estructura de encaminamiento sin bucles en cuestión de segundos.

35 Aun así, cuando se interrumpe un enlace activo la convergencia tarda cierto tiempo, y se pueden perder algunos paquetes o bien puede aumentar el retraso de la conexión, provocando que los datos en tiempo real recibidos fluctúen. Esto resulta especialmente problemático en telecomunicaciones relacionadas con la seguridad pública: la pérdida de parte de una dirección, por ejemplo, puede ser fatal.

40 En el documento FR 2791839 se describe una solución alternativa para la convergencia. Describe una solución para terminales ATM (modo de transferencia asíncrona, por sus siglas en inglés), en los que un terminal ATM emisor duplica un paquete (célula) ATM y después utiliza dos distintos circuitos virtuales paralelos a través de los cuales se envían los paquetes que contienen el mismo contenido de datos al terminal ATM receptor, que a continuación elimina uno de los paquetes. El ATM difiere de otras tecnologías de redes con conmutación de paquetes por utilizar un modelo orientado a la conexión (que se asemeja a la tecnología con conmutación de circuitos), en el cual se establece un circuito virtual entre dos puntos de extremo antes de que pueda comenzar el intercambio real de datos. Por lo tanto, cada vez que se establece una conexión se establecen los circuitos virtuales paralelos. Además, dado que el establecimiento de los circuitos virtuales paralelos tiene como fin el proporcionar tolerancia a fallos, existen dos conexiones físicas de red de extremo a extremo separadas. La implementación de este tipo de solución en otras 45 redes con conmutación de paquetes incrementa los costes, recarga los nodos de red, incrementa el tiempo que se tarda en establecer una comunicación y crea el problema de cómo asegurar que realmente existan dos conexiones de extremo a extremo distintas entre el emisor y el receptor.

50 El documento US 2009/0274044 describe una solución en la que se define un igual número de redes en cadena virtuales, ya que existen enlaces físicos entre nodos de red en una red física en anillo. En el documento US 2009/0274044 se transmiten paquetes utilizando una de las redes virtuales, y las demás son redes de respaldo, de las cuales se selecciona una, en respuesta a la detección de una interrupción de enlace en la red virtual en uso en ese momento, para utilizarla en lugar de la red virtual en uso en ese momento. La red de respaldo seleccionada es aquella que no comprenda un enlace en el cual se haya detectado la interrupción de enlace.

55 El documento WO 00/13376 describe dos alternativas distintas respecto a cómo implementar un sistema redundante de comunicación de datos en paquetes. En la primera opción, se establecen una primera ruta de extremo a extremo a través de una red y una segunda ruta de extremo a extremo a través de una red para lograr una transmisión

redundante de datos, de forma que por la primera ruta se envía desde el nodo emisor al nodo receptor un paquete de datos que comprende una primera etiqueta y datos reales, y por la segunda ruta se envía otro paquete de datos que comprende una segunda etiqueta y una copia de los datos reales. Las rutas son distintas, de forma que pasan por nodos de red diferentes. Se pueden enviar datos no redundantes a través de una de las rutas, o bien se puede establecer una nueva ruta para los datos no redundantes. La segunda opción consiste en utilizar dos redes unidireccionales en anillo, en las cuales los nodos de red están conectados a sus vecinos del anillo mediante dos enlaces físicos unidireccionales. Los datos redundantes se envían utilizando ambas redes, y los datos no redundantes utilizando una de las redes. El documento WO 00/13376 describe también diferentes formas de detectar las interrupciones de enlace.

10 **Compendio**

Es un objeto de la presente invención proporcionar comunicación continua e ininterrumpida incluso cuando se interrumpa un enlace activo. El objeto se logra mediante un método, un sistema y un nodo de red tales como se definen en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se describen realizaciones adicionales de la invención.

15 Según un aspecto, se configuran semiestáticamente al menos dos redes en cadena virtuales independientes dentro de una red física en anillo, de modo que nodos de red del anillo físico pertenecen a ambas redes en cadena virtuales, teniendo las redes en cadena un extremo en el mismo nodo y el otro extremo en nodos distintos.

20 Constituye una ventaja el hecho de que las redes en cadena virtuales dentro de una red física proporcionan redundancia sin requerir una red física adicional, y que no se necesita convergencia en caso de una interrupción de enlace.

Breve descripción de los dibujos

En lo que sigue se describirán con mayor detalle distintas realizaciones, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales

25 la Figura 1 muestra la arquitectura simplificada de un sistema y diagramas esquemáticos de aparatos según una realización;

la Figura 2 ilustra un ejemplo de flujos de paquete en redes virtuales;

la Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra una realización ilustrativa; y

la Figura 4 es un diagrama de bloques simplificado de un aparato según una realización.

Descripción detallada de algunas realizaciones

30 Se describirán ahora con mayor detalle, en lo que sigue, realizaciones ilustrativas de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran algunas de las realizaciones de la invención, pero no todas. De hecho, la invención puede realizarse de muchas formas distintas, y no se la debe considerar limitada a las realizaciones expuestas en la presente memoria; antes bien, estas realizaciones se ofrecen para que esta descripción cumpla requisitos legales aplicables. Aunque la memoria descriptiva puede hacer referencia en varios lugares a "una" o "algunas" realizaciones), esto no significa necesariamente que cada una de dichas referencias lo sea a la misma o las mismas realizaciones, o que la característica sólo se aplique a una única realización. También se pueden combinar características individuales de distintas realizaciones para proporcionar otras realizaciones.

35 Son aplicables realizaciones de la presente invención a cualquier estación base, repetidora, encaminador, conmutador, pasarela, componentes correspondientes, aparatos correspondientes, y/o a cualquier sistema de comunicación o cualquier combinación de diferentes sistemas de comunicación que soporten redes virtuales dentro de una red física o redes físicas. El sistema de comunicación puede ser un sistema de comunicación inalámbrico o bien un sistema de comunicación que utilice tanto redes fijas como redes inalámbricas. Los protocolos utilizados y las especificaciones de los sistemas y aparatos de comunicación, en especialmente dentro de la comunicación inalámbrica, se desarrollan rápidamente. Este desarrollo puede exigir cambios adicionales a una realización. Por lo tanto, todos los términos y expresiones deben interpretarse en sentido amplio, y están destinados a ilustrar la realización, no a restringirla.

En lo que sigue, un enlace significa una conexión entre dos nodos de red.

40 En la Figura 1 se ilustra una arquitectura general de un sistema 100 según una realización. La Figura 1 es una arquitectura simplificada que muestra solamente un número mínimo de nodos de red requeridos para implementar la realización, y no equipos de usuario ni conexiones a otras redes. Resulta evidente para un experto en la técnica que un sistema y una red comprenden en la práctica muchos nodos de red (cuyo número puede ser par o impar) y los nodos de red pueden servir para diversos propósitos, por ejemplo una estación base o un conmutador o una pasarela. Dependiendo de la implementación, los nodos de red pueden soportar multiconexión (en inglés, "multi-homing") es decir, están configurados para recibir y/o enviar a través de dos o más enlaces de comunicación activos.

55 En la realización ilustrada en la Figura 1, los nodos 101, 102 y 103 de red están conectados entre sí por medio de

enlaces físicos PH-1, PH-2, PH-3, y la red física así formada es una red en anillo, es decir, una red en la cual los nodos están conectados a un bucle cerrado. Los enlaces físicos pueden ser enlaces fijos (cableados) o inalámbricos, y la red puede comprender ambos tipos de enlaces.

5 Dentro de la red física, los nodos están conectados por dos redes en cadena virtuales independientes V1 y V2, conectando cada red virtual en cadena, en el ejemplo ilustrado, todos los nodos de red mediante enlaces virtuales, una primera red virtual mediante enlaces V1-1 y V1-2, y una segunda red virtual mediante enlaces V2-1 y V2-2, teniendo cada cadena dos puntos de extremo y no formando un bucle cerrado. A una red en cadena también se la denomina red lineal. En el ejemplo ilustrado, la cadena es NN1-NN3-NN2 en la primera red virtual y NN1-NN2-NN3 en la segunda red virtual. Por lo tanto, las redes virtuales del ejemplo tienen direcciones de transmisión opuestas para un paquete (como puede verse en la Figura 2). Las redes virtuales ilustradas en la Figura 1 son bidireccionales en el sentido de que se pueden utilizar tanto para recibir como para enviar tráfico, pero unidireccionales en el sentido de que para el tráfico que entra en la red virtual en un nodo de red específico solamente se pueden utilizar en una dirección. En el ejemplo ilustrado, si NN1, por ejemplo, envía un paquete a NN2, se utiliza la red virtual V1 (y más concretamente, el enlace V1-1) para la transmisión a NN2, y se utiliza la red virtual V2 para la transmisión a NN3 y de NN3 a NN2. La red física se ilustra mediante una línea continua entre nodos de la red, las redes virtuales por una línea de puntos (la primera red virtual) y una línea de trazos (la segunda red virtual).

En el ejemplo, las redes en cadena virtuales están configuradas semiestáticamente 11, 12, 13, en los nodos por medio de una dirección de salto siguiente (en inglés, "next hop"), dependiendo la dirección de salto siguiente de si una transmisión es una transmisión de enlace ascendente hacia el nodo de red en el cual terminan ambas redes en cadena virtuales, o una transmisión de enlace descendente hacia el nodo de red que es el otro extremo de la red en cadena. En el ejemplo, en el nodo de red en el cual terminan ambas redes en cadena virtuales, es decir NN1, existen direcciones de salto siguiente solo para enlace descendente, y en los otros nodos de red de extremo de la cadena no existe dirección de salto siguiente para una transmisión de enlace descendente correspondiente. NN1 puede ser un conmutador y NN2 y NN3 pueden ser estaciones base. En la presente memoria, "semiestáticamente" significa que las configuraciones son de naturaleza estática, pero se pueden actualizar las configuraciones si surge la necesidad, por ejemplo en respuesta a que se agregue un nodo de red a la red física en anillo o se le retire de la red física.

Por ejemplo, si NN2 recibe de un terminal de usuario, o bien genera por sí mismo, una unidad de tráfico tal como un paquete, que tiene como destinatario NN1 (lo que incluye reenviar el tráfico desde la red 100 a otra red, no ilustrada en la Figura 1, conectada a través de NN1 a la red 100), NN2 copia el paquete y envía el paquete a NN1 a través del enlace V1-1 y, de manera sustancialmente simultánea, envía una copia del paquete a NN3 a través del enlace V2-2, es decir, utiliza las direcciones de salto siguiente de enlace ascendente de ambas redes. Al haber recibido NN3 la copia del paquete a través de V2-2, es decir, a través de la red virtual 2, NN3 reenvía la copia a NN1 a través del enlace V2-1. De este modo, NN1 recibe tanto el paquete como la copia del paquete. Si se interrumpiese el enlace V1-1, NN1 recibiría la copia y, a la inversa, si se interrumpiesen el enlace V2-2 o el enlace V2-1, NN1 recibiría en cualquier caso el paquete. Así, gracias a que las al menos dos redes virtuales transmiten el mismo tráfico, se logra una entrega continua e ininterrumpida de paquetes para datos en paquetes en tiempo real, sin acuse de recibo (en inglés, "unacknowledged"), en una transmisión asíncrona de paquetes.

Una ventaja proporcionada por dos redes independientes dentro de una red física consiste en que el mantenimiento y la construcción de una red física resultan más fáciles y económicos que la construcción de dos redes físicas.

Una ventaja de las redes virtuales configuradas semiestáticamente y de la redundancia proporcionada por paquetes duplicados consiste en que los nodos de red y los enlaces físicos pueden ser de distinto tipo y/o no homogéneos, mientras que en las soluciones de red virtual de la técnica anterior los nodos de red deben ser similares y estar conectados por enlaces del mismo tipo, es decir, o bien conmutadores homogéneos que implementan el protocolo de árbol de expansión o encaminadores homogéneos que emplean un protocolo de encaminamiento de estado de enlace, pues de otro modo la convergencia falla.

Otra ventaja proporcionada por las dos redes en cadena virtuales configuradas semiestáticamente consiste en que no es preciso verificar mediante tráfico de prueba si se da o no la necesidad de activar la convergencia (es decir, no es preciso emplear el protocolo de árbol de expansión ni el protocolo de encaminamiento para averiguar si se ha producido o no una interrupción de enlace). Por tanto, no es preciso reservar recursos para el tráfico de prueba, ni procesar la información de prueba.

Una ventaja adicional, además del hecho de tener solamente una red física, en comparación con la solución del documento FR 2791839, consiste en que, puesto que las redes en cadena virtuales están configuradas semiestáticamente, no se las establece específicamente para la comunicación, y por lo tanto se minimiza el tiempo necesario para el establecimiento de la conexión y no se precisan recursos de procesamiento de red para determinar las rutas.

En el ejemplo ilustrado, los nodos 101, 102 y 103 de red pueden ser nodos de red de cualquier sistema y pertenecer a una red de acceso por radio o a una red básica, o bien pueden ser un nodo de pasarela entre la red de acceso por radio y la red básica. Por ejemplo, el sistema puede ser un sistema TETRA (siglas inglesas de "radio troncalizada

transeuropea" o de "radio troncalizada terrestre") y uno de los nodos de red ser una central digital DXT en una infraestructura de conmutación y gestión SwMI ("Switching and Management Infrastructure"), siendo los otros nodos de red estaciones base controladas por SwMI, y siendo las redes virtuales redes virtuales de área local. TETRA es una red privada de tipo PMR ("radio móvil privada" o "radio móvil profesional"), normalmente una red de empresa u oficial, en donde todos los canales son utilizados por una o varias empresas u organizaciones oficiales. Sin embargo, como se ha indicado más arriba, el sistema puede ser cualquier otro sistema que proporcione una red de telecomunicaciones, una red de área local, una red "ad hoc", una red de área metropolitana, una red de área amplia, una red privada virtual, etc., tales como una red Ethernet, red de protocolo de Internet (IP), red de área local inalámbrica, Wi-Fi, WiMax, WiMax móvil, red con multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) Flash, cualquier red 3GGP, tal como GSM2+, UMTS (sistema universal de telecomunicaciones móviles) y futuros desarrollos de red de comunicaciones móviles (tales como LTE Advanced y otras redes de 4ª generación).

Aunque en la Figura 1 se han representado los nodos de red como una entidad, estos pueden estar implementados en una o varias entidades físicas o lógicas. Sus unidades y funciones pueden ser componentes de *software* y/o de *software-hardware* y/o de *firmware* (grabados de forma indeleble en un medio tal como una memoria de solo lectura o bien incorporados en circuitos de ordenador cableados físicamente).

Aunque en el ejemplo ilustrado uno de los puntos de extremo de ambas redes virtuales es un punto de extremo común, es decir, NN1, en el cual terminan ambas redes, y los otros puntos de extremo de las redes virtuales son distintos (es decir, NN3 para la primera red virtual y NN2 para la segunda red virtual), puede ocurrir que las redes virtuales no tengan un punto de extremo común. Por ejemplo, una red física que tiene seis nodos puede estar configurada para tener las siguientes cadenas NN1-NN2-NN3-NN4-NN5-NN6 y NN2-NN1-NN6-NN5-NN4-NN3. La ventaja de tener un punto de extremo común (es decir, la última cadena del ejemplo anterior sería NN1-NN6-NN5-NN4-NN3-NN2) reside en que con un punto de extremo común se alcanzan todos los nodos si se produce una interrupción física del enlace con independencia de dónde se haya producido la interrupción del enlace. Por ejemplo, si se interrumpe el enlace físico entre NN1 y NN2, cuando hay un punto de extremo común todos los nodos, incluido NN1, recibirán un paquete enviado desde NN2. Sin embargo, si no hay punto de extremo común y NN1 y NN2 son puntos de extremo de distintas redes virtuales, NN1 no recibirá un paquete enviado desde NN2 si se produce una interrupción de enlace entre NN1 y NN2. Dicho de otro modo, el hecho de tener un punto de extremo común proporciona, dentro de una única red física, la misma redundancia que si existiesen dos redes físicas.

En otro ejemplo, basado en el ejemplo ilustrado en la Figura 1, el punto de extremo común NN1 puede estar configurado para comprobar si el paquete que ha recibido de NN2 a través de V1 tiene como destinatario otro nodo de red de la misma red 100, es decir, NN3, sin que ese otro nodo de red sea el nodo de red desde el que se ha recibido el paquete. Si el resultado de la comprobación es positivo, se configura NN1, en el ejemplo, para reenviar el paquete a NN3 a través de V2.

La Figura 2 ilustra otro ejemplo de una red TETRA que implementa las dos redes virtuales configuradas semiestáticamente. En el ejemplo, ambas redes virtuales comprenden todos los nodos de red que finalizan y/o generan tráfico en la red, pero no todas las entidades retransmisoras o nodos de red. Los ejemplos de los nodos de red que finalizan y/o generan tráfico incluyen conmutadores, pasarelas de medios y estaciones base. Los ejemplos de entidades retransmisoras incluyen encaminadores, repetidores y cualquier nodo de red de una red que simplemente reenvíe el tráfico. En la Figura 2 no se ilustra la red física, una de las redes virtuales se ilustra mediante una línea de puntos (la cadena DXT-R1-ISP1-R3-BS1-BS2-BS3-BS4) y otra por una línea de puntos (la cadena DXT-R2-ISP2-R4-BS4-BS3-BS2-BS1). Como se puede ver, la red virtual de línea de trazos comprende entidades retransmisoras entre el punto de extremo común y el otro punto de extremo de la red virtual de línea de puntos, y viceversa. Se observará que ambas redes virtuales comprenden entidades retransmisoras entre nodos de red intermedios (en la Figura 2 no se ilustran tales entidades retransmisoras). Además, se observará que el otro punto de extremo de una red virtual puede extenderse a una entidad retransmisora, por ejemplo, la red virtual de línea de puntos se puede extender de BS1 a R3.

En el ejemplo ilustrado, el sitio 200 de DXT 201 comprende dos encaminadores 211, 221 que son independientes entre sí, estando conectados los encaminadores 211, 221 a encaminadores 212, 222 correspondientes en sitios 210, 220 de concentración correspondientes, a través de redes IP correspondientes 230, 240, que pueden ser redes del mismo proveedor de conexión de red (abreviado ISP) o de distintos proveedores de conexión de red. Las redes IP comprenden entidades retransmisoras para la red que comprende la red física en anillo y las dos redes en cadena virtuales. Gracias a las dos redes en cadena virtuales, no es preciso tener pares de encaminadores redundantes en el sitio DXT 200, los sitios 210, 220 de concentración no están conectados entre sí, y no hay ningún encaminamiento IP entre las redes IP 230, 240 ni entre los sitios 210, 220 de concentración. Un encaminador 212, 222 del sitio de concentración está conectado a través de una red virtual a una estación base 202, 203, teniendo las estaciones base 202, 203, 204, 205 dos redes virtuales entre ellas.

En el ejemplo de la Figura 2, a cada estación base (abreviado BS) de TETRA se envían desde DXT un paquete y una copia correspondiente. Por lo tanto, DXT envía 4 paquetes a través de una red virtual y 4 copias de los paquetes a través de la otra red virtual, y una flecha asociada con un número ilustra el sentido de flujo de los paquetes y la cantidad de paquetes reenviados. Como se puede ver en la Figura 2, si no se produce interrupción cada estación base recibe un paquete y una copia del paquete.

Se observará que el uso de las redes virtuales permite también tráfico unidireccional, además del tráfico bidireccional, en los muy raros casos en que se precise emplear tráfico unidireccional, con configurar semiestáticamente solo direcciones de salto siguiente de enlace descendente.

5 Aunque en lo que antecede están configuradas dos redes en cadena virtuales, se observará que es posible configurar de un modo similar tres o más redes en cadena virtuales.

10 La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra la funcionalidad de un nodo de red según una realización ilustrativa, en la cual el nodo de red comprende redes TETRA virtuales configuradas semiestáticamente que tienen DXT como punto de extremo común, siendo los otros nodos estaciones base. Además, en la realización ilustrativa se ha supuesto que las redes virtuales son transparentes para los equipos de usuario y para nodos de red a los que esté conectado DXT fuera de la red física que forma el anillo dentro del cual se definen las redes virtuales.

15 Cuando un nodo de red recibe un paquete (paso 301), determina, en el paso 302, si ha sido o no recibido a través de una de las redes virtuales VN1 o VN2. En caso negativo, el paquete se ha recibido desde un equipo de usuario si el nodo de red es una estación base, o desde otra parte del sistema si el nodo de red es un DXT, y el nodo de red copia, en el paso 303, el paquete y envía, en el paso 304, el paquete a través de una primera red virtual y la copia del paquete a través de la segunda red virtual conforme a la configuración semiestática.

Si el paquete se ha recibido a través de una de las redes virtuales, el nodo de red comprueba si el paquete tiene o no como destinatario el propio nodo de red o un aparato servido por el nodo de red (pasos 305 y 306). En caso negativo, el nodo de red reenvía el paquete, en el paso 307, al siguiente nodo conforme a la configuración semiestática de la red virtual a través de la cual se ha recibido el paquete.

20 Si el paquete tiene como destinatario el propio nodo de red o un aparato servido por el nodo de red, el nodo de red comprueba, en el paso 308, si se ha recibido o no con anterioridad el mismo paquete a través de la otra red virtual. En caso afirmativo, el nodo de red descarta el paquete en el paso 309.

25 Si el paquete no ha sido recibido con anterioridad a través de la otra red virtual, el nodo de red reenvía el paquete, en el paso 310, hacia su destino. El destino puede estar dentro del propio nodo de red, por ejemplo un controlador que recibe información de señalización, o bien el aparato servidor. El aparato servido por el nodo de red puede ser un equipo de usuario, cuando el nodo de red es una estación base. Cuando el nodo de red es DXT, el aparato servido por el nodo de red puede ser otro nodo de red que pertenezca a otra parte del sistema.

30 En una realización adicional, el nodo de red está configurado para proceder de acuerdo con los pasos 308-310 solamente cuando el paquete tenga como destinatario el propio nodo de red, y otros paquetes se reenvían, también a aparatos servidos por la red, sin realizar comprobación duplicada (paso 308).

Se observará que, si el paquete tiene como destinatario el propio nodo de red, este reordena los paquetes si fuera necesario. Dependiendo de la implementación, el nodo de red puede estar configurado o no para reordenar también otros paquetes, por ejemplo, paquetes destinados a aparatos servidos por el nodo de red.

35 En una realización, el nodo de red contiene información acerca de si aparatos servidos por el nodo de red soportan o no multiconexión. En la realización, el nodo de red está configurado además para comprobar, cuando el paquete tiene como destinatario un aparato servido por el nodo de red (es decir, después del paso 306, cuando la respuesta es afirmativa), si el aparato que es el destinatario del paquete soporta multiconexión y, en caso de que el aparato soporte multiconexión, simplemente reenviar el paquete (paso 310). Si el aparato no soporta multiconexión, el nodo de red está configurado para ejecutar los pasos 308 a 310.

40 Las funciones y pasos descritos más arriba con respecto a la Figura 3 no están en orden cronológico absoluto, y algunos de los pasos o funciones se pueden ejecutar de manera simultánea o en un orden distinto al dado. También se pueden llevar a cabo otras funciones entre los pasos o funciones, o bien dentro de los pasos. También se pueden omitir algunas de las funciones o de los pasos, o parte de los pasos, o bien reemplazarlas por una función o paso, o parte del paso, correspondiente. Además, se pueden combinar funciones y/o pasos descritos, con distintas realizaciones, para obtener otras realizaciones.

50 La Figura 4 es un diagrama de bloques simplificado de un nodo de red, o un aparato correspondiente configurado para actuar como un nodo de red, que se puede emplear en las realizaciones ilustradas en la presente memoria. El nodo 400 de red es un dispositivo de cálculo configurado para llevar a cabo una o varias funcionalidades de nodo de red descritas con una realización, y puede estar configurado para llevar a cabo funcionalidades de distintas realizaciones. Para ello, el nodo de red puede comprender una unidad 401 de manejo de paquetes (PaH, del inglés "packet handling") con el fin de proporcionar al menos el reenvío de un paquete recibido conforme a un ejemplo descrito en lo que antecede. La unidad 401 de manejo de paquetes puede estar configurada adicionalmente para realizar una o varias de las operaciones de copia, comprobación, descarte y reordenación. La unidad 401 de manejo de paquetes puede ser una unidad separada o bien estar integrada en otra unidad del nodo de red.

55 Un nodo de red, o un aparato correspondiente que implemente la funcionalidad o alguna funcionalidad según una realización, puede incluir en general un procesador (no mostrado en la Figura 4), controlador, unidad de control,

microcontrolador o similar, conectado a una memoria y a diversas interfaces del aparato. Por regla general, el procesador es una unidad central de procesamiento, pero el procesador puede ser un procesador de operación adicional. La unidad 401 de manejo de paquetes puede estar configurada como un ordenador o un procesador, o un microprocesador, por ejemplo un elemento de ordenador de chip único, o como un conjunto de chips (en inglés, "chipset"), que incluya al menos una memoria para proporcionar la zona de almacenamiento utilizada para la operación aritmética y un procesador de operación para realizar la operación aritmética. La unidad 401 de manejo de paquetes puede comprender uno o varios procesadores de ordenador, circuitos integrados específicos para la aplicación (ASIC, por sus siglas en inglés), procesadores digitales de señal (DSP), dispositivos digitales de procesamiento de señal (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables por campo (FPGA) y/u otros componentes de *hardware* que hayan sido programados de forma que realizan una o varias funciones de una o varias realizaciones. Dicho de otro modo, la unidad 401 de manejo de paquetes puede ser un elemento que comprenda una o varias unidades lógicas aritméticas, varios registros especiales y circuitos de control.

Además, el nodo de red puede comprender otras unidades, y comprende distintas unidades de interfaz, tales como unidades receptoras 411, 412 para recibir distintas entradas, paquetes de información de control, paquetes de datos de usuario y mensajes, por ejemplo, y unidades emisoras 421, 422 para emitir distintas salidas, paquetes de información de control, paquetes de datos de usuario y mensajes, por ejemplo. Cada una de las unidades receptoras y unidades transmisoras proporciona una interfaz en un aparato, comprendiendo la interfaz un transmisor y/o un receptor, o bien un medio correspondiente para recibir y/o transmitir información, y llevar a cabo las funciones necesarias para que se puedan recibir y/o transmitir datos de usuario, contenido, información de control, señalización y/o mensajes. Las unidades receptoras y emisoras pueden comprender un conjunto de antenas, cuya cantidad no está limitada a ningún número en particular.

El nodo de red, o un aparato correspondiente, por ejemplo el equipo de usuario y la estación base, puede incluir por regla general memoria volátil y/o no volátil 402, que puede estar configurada para almacenar las configuraciones semiestáticas de redes virtuales, tales como las direcciones de salto siguiente. Además, la memoria puede estar configurada para mantener información acerca de paquetes recibidos, al menos durante el tiempo necesario para determinar si un paquete ha sido o no recibido con anterioridad y/o información acerca de capacidades de aparatos servidos por el nodo de red. La memoria puede almacenar también código de programa informático tal como aplicaciones de *software* (por ejemplo, para la unidad de manejo de paquetes) o sistemas operativos, información, datos, contenido o similares, para que el procesador ejecute pasos asociados con el funcionamiento del aparato conforme a realizaciones. La memoria puede ser, por ejemplo, EEPROM, ROM, PROM, RAM, DRAM, SRAM, *firmware*, lógica programable, un disco duro u otro dispositivo de memoria o almacenamiento de datos fijos, etc., y típicamente almacena contenido, datos o similares. Además, la memoria, o parte de ella, puede ser una memoria extraíble conectada de forma desmontable al aparato.

Las diferentes unidades pueden estar conectadas a la unidad 401 de manejo de paquetes, tal como se muestra en la Figura 4.

Se observará que el aparato puede comprender otras unidades utilizadas en o para la transmisión de información. Sin embargo, son irrelevantes para la invención en sí y, por lo tanto, no precisan ser discutidas aquí con más detalle.

Resultará obvio para un experto en la técnica que, puesto que la tecnología avanza, el concepto inventivo se puede implementar de diversas formas. La invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos descritos en lo que antecede, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para un sistema (100) que comprende al menos tres nodos (101, 102, 103) de red conectados entre sí por medio de enlaces físicos (PH-1, PH-2, PH-3) que forman una red física en anillo, comprendiendo el método:

5 configurar una primera red virtual que conecta los mismos al menos tres nodos de red de la red física en anillo en forma de una cadena (V1-1, V1-2) que tiene dos puntos de extremo de modo que la configuración de la primera red virtual es de naturaleza estática pero se puede actualizar la configuración si surge la necesidad, almacenando en un nodo de red que es un punto de extremo de la primera red virtual una dirección de salto siguiente de enlace ascendente o una dirección de salto siguiente de enlace descendente, y en cada otro nodo de red entre los puntos de extremo una dirección de salto siguiente para enlace ascendente y una dirección de salto siguiente para enlace descendente hacia el nodo de red donde termina la cadena; y

15 configurar una segunda red virtual que conecta los mismos al menos tres nodos de red del anillo físico que la primera red virtual está conectando, en forma de una cadena (V2-1, V2-2) que tiene dos puntos de extremo, de los cuales al menos uno no es común con los puntos de extremo de la primera red virtual, de modo que la configuración de la segunda red virtual es de naturaleza estática pero se puede actualizar la configuración si surge la necesidad, almacenando en un nodo de red que es un punto de extremo de la segunda red virtual una dirección de salto siguiente de enlace ascendente o una dirección de salto siguiente de enlace descendente, y en cada otro nodo de red entre los puntos de extremo una dirección de salto siguiente para enlace ascendente y una dirección de salto siguiente para enlace descendente hacia el nodo de red donde termina la cadena; caracterizado por

utilizar la primera red virtual y la segunda red virtual para transmitir de manera correspondiente y sustancialmente simultánea un paquete y una copia del paquete; comprendiendo además el método:

25 recibir (301), en un nodo de red, un paquete a través de una de la primera red virtual y la segunda red virtual;

comprobar (305, 306) si el paquete tiene como destinatario el propio nodo de red o un aparato servido por el nodo de red; y

30 en caso negativo, reenviar (307) el paquete según la configuración de la red virtual correspondiente.

2. Un método según la reivindicación 1, que comprende además configurar la primera red virtual y la segunda red virtual para que tengan un punto (101) de extremo común.

3. Un método según la reivindicación 1 o 2, comprendiendo además el método:

35 recibir (301) datos a enviar en un paquete a través de una interfaz distinta de una interfaz para la primera o la segunda red virtual;

copiar (303) el paquete;

40 enviar (304) el paquete a través de la primera red virtual; y

enviar (304) la copia del paquete a través de la segunda red virtual.

4. Un método según la reivindicación 1 o 2, comprendiendo además el método, cuando se recibe un paquete a través de una de la primera red virtual y la segunda red y tiene como destinatario el aparato:

45 comprobar (308) si se ha recibido o no con anterioridad el mismo paquete a través de la otra de la primera red virtual y la segunda red virtual; y

50 si se ha recibido con anterioridad el mismo paquete, descartar (309) el paquete recibido; en caso contrario, reenviar (310) el paquete al aparato.

5. Un sistema (100) que comprende

55 al menos tres nodos (101, 102, 103) de red conectados entre sí por medio de una red física en anillo que comprende enlaces físicos;

una primera red virtual que comprende los mismos al menos tres distintos nodos (101, 102, 103) de red de la red física en anillo, conectados en la primera red virtual en forma de una primera cadena que tiene dos puntos de extremo; y

60 una segunda red virtual que comprende los mismos al menos tres distintos nodos (101, 102, 103) de red del anillo físico que la primera red virtual comprende, estando conectados los mismos al menos tres distintos nodos de red en forma de una segunda cadena, teniendo la segunda cadena dos puntos de extremo, no siendo común al menos uno

de los dos puntos de extremo con los puntos de extremo de la primera cadena;

en donde las redes virtuales están configuradas (11, 12, 13) en los nodos de red de modo que las configuraciones son de naturaleza estática, pero se pueden actualizar las configuraciones si surge la necesidad, almacenando en un nodo de red que es un punto de extremo de la primera red virtual una dirección de salto siguiente de enlace ascendente o una dirección de salto siguiente de enlace descendente, y en cada otro nodo de red entre los puntos de extremo del primer nodo de red virtual una dirección de salto siguiente para enlace ascendente y una dirección de salto siguiente para enlace descendente hacia el nodo de red donde termina la cadena de la primera red virtual y almacenando en un nodo de red que es un punto de extremo de la segunda red virtual una dirección de salto siguiente de enlace ascendente o una dirección de salto siguiente de enlace descendente, y en cada otro nodo de red entre los puntos de extremo del segundo nodo de red virtual una dirección de salto siguiente para enlace ascendente y una dirección de salto siguiente para enlace descendente hacia el nodo de red donde termina la cadena de la segunda red virtual;

caracterizado por que el sistema (100) está configurado para emplear la primera red virtual para transmitir un paquete y la segunda red virtual para transmitir una copia del paquete, y los nodos (101, 102, 103) de red están configurados para, en respuesta a la recepción en un nodo de red de un paquete a través de una de la primera red virtual y la segunda red virtual, comprobar si el paquete tiene como destinatario el propio nodo de red o un aparato servido por el nodo de red y, en caso negativo, reenviar (307) el paquete según la configuración de la red virtual correspondiente.

6. Un sistema (100) según la reivindicación 5, en donde las redes virtuales tienen un punto (101) de extremo común.

7. Un sistema según la reivindicación 6, en donde

el sistema comprende además una o varias entidades retransmisoras (220) al menos entre el punto (201) de extremo común y el otro punto (202) de extremo de la segunda red virtual (202), y

las redes virtuales están configuradas de modo que la primera red virtual no comprende una o varias de las una o varias entidades retransmisoras (220) entre el punto (201) de extremo común y el otro punto (202) de extremo de la segunda red virtual.

8. Un sistema (100) según la reivindicación 5, 6 o 7, en donde las redes virtuales son bidireccionales.

9. Un sistema (100) según la reivindicación 5, 6, 7 u 8, en donde se configuran exactamente una primera red virtual y una segunda red virtual, comprendiendo ambas redes virtuales los al menos tres nodos (101, 102, 103) de red.

10. Un sistema (100) según la reivindicación 5, 6, 7, 8 o 9, en donde uno o varios de los nodos (101, 102, 103) de red comprenden medios para recibir datos a enviar en un paquete a través de una interfaz distinta de una interfaz para la primera o la segunda red virtual, medios para copiar el paquete, medios para enviar el paquete a través de la primera red virtual y medios para enviar la copia del paquete a través de la segunda red virtual; y/o medios para ejecutar un método según la reivindicación 1, 2, 3 o 4.

11. Un nodo (400) de red que comprende:

memoria (402) que tiene al menos una primera red virtual y una segunda red virtual configuradas en la memoria de modo que las configuraciones de las redes virtuales son de naturaleza estática pero se pueden actualizar las configuraciones si surge la necesidad, comprendiendo la primera red virtual y la segunda red virtual los mismos al menos tres distintos nodos de red que una red física en anillo, dentro de la cual están las redes virtuales, comprende, estando los nodos de red conectados en una red virtual en forma de una cadena que tiene dos puntos de extremo, en donde al menos uno de los dos puntos de extremo de la segunda red virtual no es común con los puntos de extremo de la primera red virtual, en donde, si el nodo de red es un punto de extremo de la primera red virtual, la configuración comprende una dirección de salto siguiente de enlace ascendente o una dirección de salto siguiente de enlace descendente o, si el nodo de red está entre los puntos de extremo de la primera red virtual, una dirección de salto siguiente para enlace ascendente y una dirección de salto siguiente para enlace descendente hacia el nodo de red donde termina la cadena de la primera red virtual y, si el nodo de red es un punto de extremo de la segunda red virtual, la configuración comprende una dirección de salto siguiente de enlace ascendente o una dirección de salto siguiente de enlace descendente, o si el nodo de red está entre los puntos de extremo de la segunda red virtual, una dirección de salto siguiente para enlace ascendente y una dirección de salto siguiente para enlace descendente hacia el nodo de red donde termina la cadena de la segunda red virtual;

caracterizado por que el nodo (400) de red comprende además:

medios para utilizar la primera red virtual y la segunda red virtual con el fin de transmitir de manera correspondiente y sustancialmente simultánea un paquete y una copia del paquete;

medios (401) para recibir un paquete a través de una de la primera red virtual y la segunda red virtual, y una copia

del paquete a través de la otra de la primera red virtual y la segunda red virtual;

medios para comprobar (401) si el paquete o la copia tienen como destinatario el propio nodo de red o un aparato servido por el nodo de red, y

5 medios (401) para reenviar el paquete y la copia según la configuración correspondiente si el paquete o la copia no tienen como destinatario el propio nodo de red o un aparato servido por la red.

12. Un nodo (400) de red según la reivindicación 11, que comprende además:

medios (401) para reenviar un paquete que tiene como destinatario un aparato servido por el nodo de red al aparato.

10 13. Un nodo (400) de red según la reivindicación 11 o 12, que comprende además:

medios (401) para recibir datos a enviar en un paquete a través de una interfaz distinta de una interfaz para la primera o la segunda red virtual;

15 medios (401) para copiar el paquete;

medios (421) para enviar el paquete a través de la primera red virtual; y

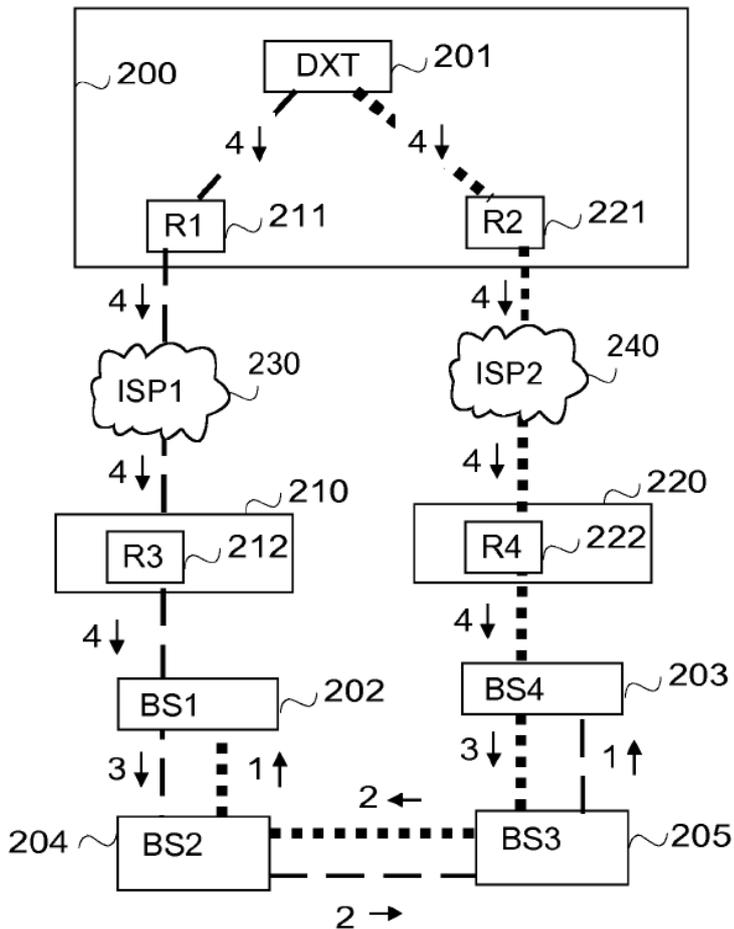
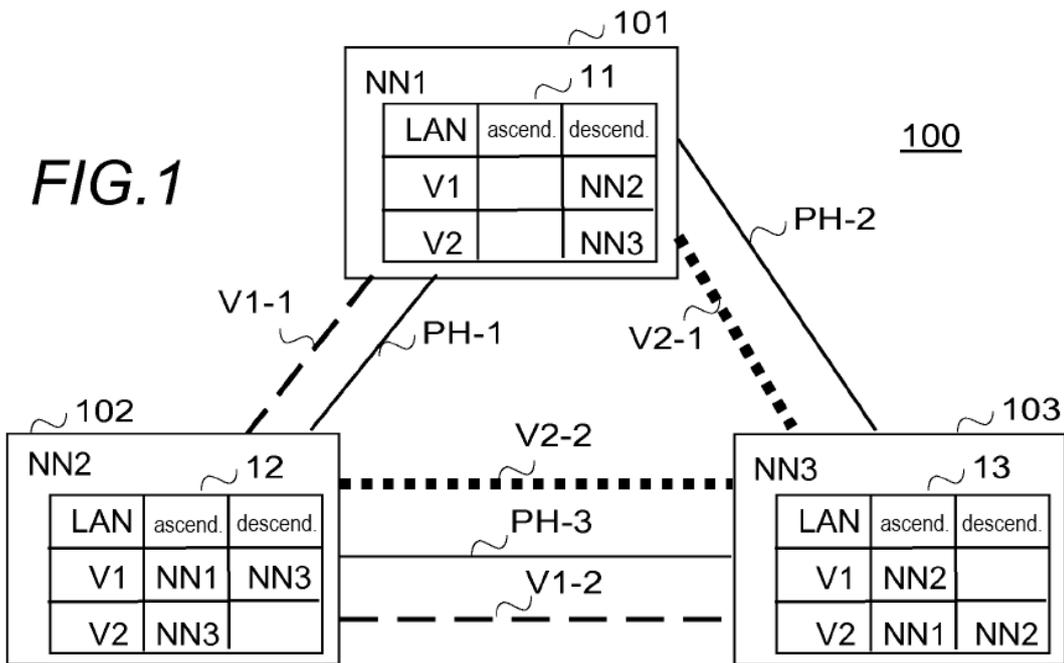
medios (422) para enviar la copia del paquete a través de la segunda red virtual.

20 14. Un nodo (400) de red según la reivindicación 11, 12 o 13, que comprende además:

medios (401) para comprobar, en respuesta a un paquete recibido a través de una de la primera red virtual y la segunda red y que tiene como destinatario otro nodo de red o aparato servido por el nodo de red, si se ha recibido o no con anterioridad una copia del paquete a través de la otra de la primera red virtual y la segunda red virtual; y

25 medios para descartar el paquete recibido en respuesta a que la copia se haya recibido con anterioridad.

15. Un nodo (400) de red según la reivindicación 11, 12, 13 o 14, en donde el nodo (400) de red es una estación base, un conmutador, una central digital o un controlador de pasarela de medios.



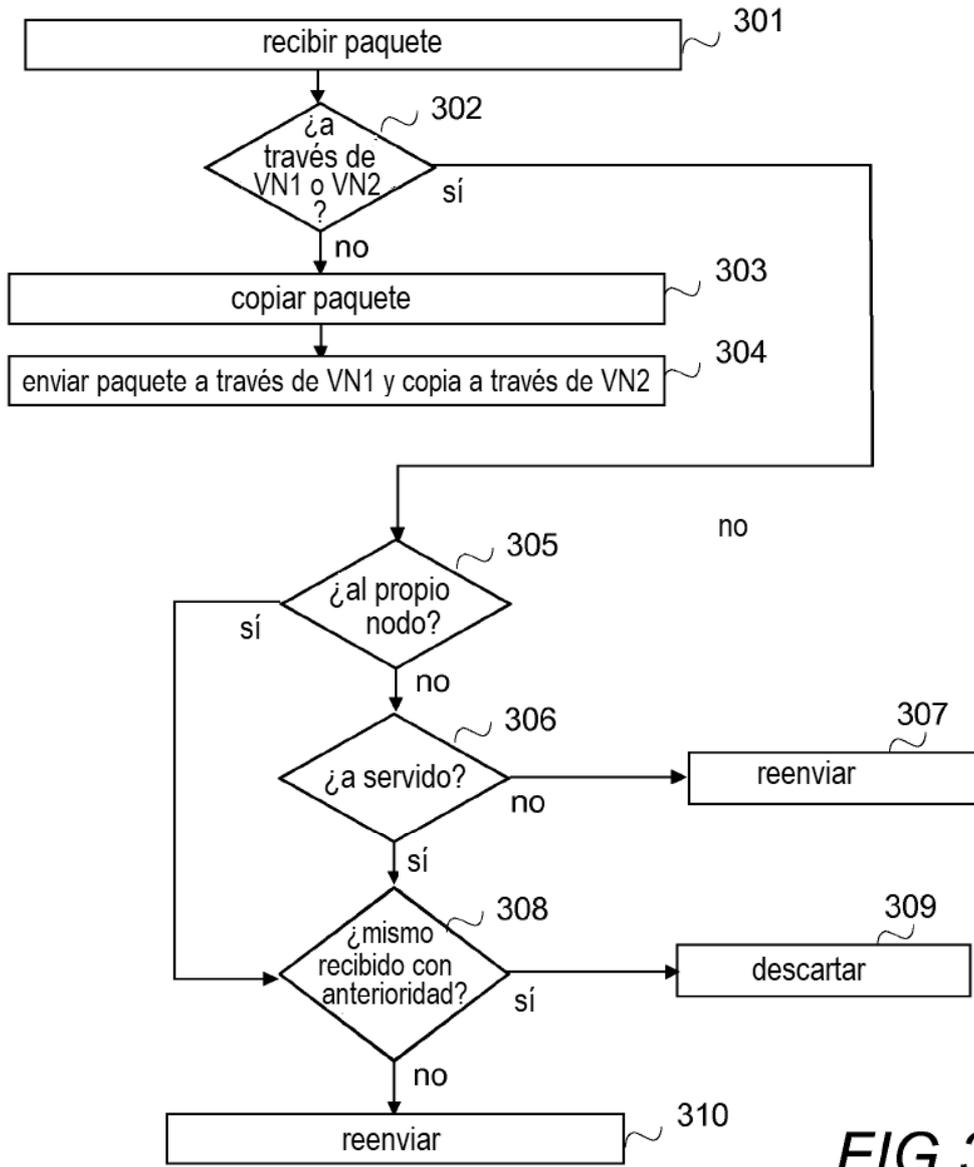


FIG.3

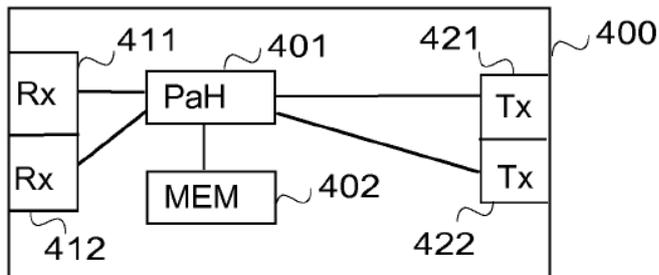


FIG.4