

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 014**

51 Int. Cl.:

H04W 40/24 (2009.01)

H04L 12/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2009** **E 09100113 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2012** **EP 2219322**

54 Título: **Método, sistema y nodos para una detección de topología de red en redes de comunicación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.02.2013

73 Titular/es:

NOKIA SIEMENS NETWORKS OY (100.0%)
KARAPORTTI 3
02610 ESPOO, FI

72 Inventor/es:

MORPER, HANS-JOCHEN

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 396 014 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

Método, sistema y nodos para una detección de topología de red en redes de comunicación

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a una detección de topología de red en tecnología de redes de comunicación, particularmente a un método, a un aparato de red, a un dispositivo y a un medio legible por ordenador para detectar tipos de topología de red en un entorno de red de telecomunicación.

Antecedentes de la invención

Esta invención permitirá que redes en malla inalámbricas o de línea cableada detecten la topología de red en la que consisten y proporcionen una solución sobre cómo seleccionar el mejor modo operativo adecuado.

10 Esta invención puede aplicarse a los siguientes campos de tecnología, tecnología de red WiFi y WiMAX, tecnología de red en malla y *ad hoc*, redes de sensor inalámbricas, encaminamiento y tecnología de conmutación tal como por ejemplo Ethernet, tecnología de microondas.

15 Wi-Fi es la marca registrada para la tecnología inalámbrica popular usada en redes domésticas, teléfonos móviles, videojuegos y otros dispositivos electrónicos que requieren alguna forma de capacidad de red inalámbrica. En particular, cubre las diversas tecnologías de la norma IEEE 802.11 (incluyendo las normas 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n).

20 WiMAX, que significa interoperabilidad mundial para acceso por microondas, es una tecnología de telecomunicaciones que proporciona la transmisión inalámbrica de datos que usan una variedad de modos de transmisión, desde enlaces de punto a punto hasta acceso a Internet portátil. La tecnología se basa en las normas IEEE 802.16.

La LTE (evolución a largo plazo) de 3GPP es el nombre para un proyecto dentro del proyecto de asociación de segunda generación adyacente para hacer frente a evoluciones tecnológicas futuras. Las metas incluyen mejorar una eficacia espectral, reducir costes, mejorar servicios, usar un espectro nuevo y oportunidades de espectro readaptadas y mejor integración con otras normas abiertas.

25 La integración de una capacidad multisalto implementando estaciones de retransmisión (RS) se ha convertido en un tema importante para una comunicación celular inalámbrica tal como WiMAX y LTE. Por ejemplo, la norma IEEE ha establecido un grupo de trabajo de retransmisión con el fin de introducir estaciones de retransmisión en sistemas basados en la norma IEEE 802.16.

30 La red en malla es una manera de encaminar datos, voz e instrucciones entre nodos. Permite conexiones continuas y una reconfiguración alrededor de trayectorias rotas o bloqueadas saltando de nodo a nodo hasta que se alcance el destino. Se considera que una red en malla es un conjunto de nodos inalámbricos dispuestos aleatoriamente que pueden configurar conexiones a nodos adyacentes sin ningún cuidado manual especial requerido. Los nodos se configurarán de una manera que se configuren los encaminamientos óptimos empleando esquemas de encaminamiento basados en paquetes en enlace de datos o capa de red del modelo de referencia de la interconexión de sistema abierto (OSI).

35 Puede ser necesario configurar una configuración de malla cuando los nodos pueden colocarse de una manera completamente desordenada. Esto puede suceder durante una fase de configuración de una red de comunicación o cuando las caídas o enlaces de nodos se rompen aleatoriamente.

40 Las redes en malla pueden observarse como un tipo de red *ad hoc*. Las redes en malla se recuperan automáticamente: la red todavía puede operar incluso cuando un nodo se rompe o una conexión funciona mal ya que puede suceder que todo el conjunto de nodos o un número significativo de nodos se disponen de una manera más ordenada. Como resultado, se forma una red muy fiable. Este concepto es aplicable a redes inalámbricas y redes por cable.

45 Las redes en malla inalámbricas son los representantes más populares de las arquitecturas de malla. Los nodos en malla también pueden soportar múltiples tarjetas de radio, operando cada una a una frecuencia, código o ranura de tiempo dados de ejemplo diferentes.

Los protocolos de encaminamiento y conmutación en malla son temas de normalización, principalmente en las normas IEEE 802.11 s y IEEE 802.16j.

50 Una red *ad hoc* inalámbrica es una red inalámbrica descentralizada. La red es *ad hoc* porque cada nodo está dispuesto a reenviar datos a otros nodos, y por tanto la determinación de qué nodos reenvían datos se hace de manera dinámica basándose en las condiciones de conectividad de red. Esto es a diferencia de las redes por cable en las que los encaminadores realizan la tarea de encaminamiento.

Una red de sensor inalámbrica (WSN) es una red inalámbrica que consiste en dispositivos autónomos distribuidos espacialmente usando sensores para monitorizar de manera conjunta condiciones físicas o medioambientales, tales como temperatura, sonido, vibración, presión, movimiento o contaminantes, en ubicaciones diferentes

5 Ethernet es una familia de tecnologías de red para redes de área local (LAN). Define varias normas de cableado y de señalización para la capa física del modelo de referencia de la interconexión de sistemas abiertos (OSI), a través de medios de acceso de red en el control de acceso a medios (MAC) de la capa de enlace de datos (DLL), y un formato de direccionamiento común. Ethernet se normaliza como IEEE 802.3.

10 La radiotransmisión por microondas es una tecnología para transmitir señales digitales y analógicas, tales como llamadas telefónicas a larga distancia y la retransmisión de programas de televisión a transmisores, entre dos ubicaciones en una línea de conexión de radio de visión.

Las redes están dispuestas en cadena margarita cuando cada nodo se conecta en serie al siguiente. Si se pretende que haya un mensaje para un nodo en la línea, cada nodo lo reenvía en secuencia hasta que alcanza el destino.

15 Conectando los nodos dispuestos en cadena margarita en cada extremo, puede formarse una topología en anillo. Una ventaja del anillo es que el número de transmisores y receptores puede reducirse a la mitad, puesto que un mensaje circulará eventualmente por todo el anillo. Cuando un nodo envía un mensaje, el mensaje se procesa por cada nodo en el anillo. Si un nodo no es el nodo de destino, pasará el mensaje al siguiente nodo, hasta que el mensaje llegue a su destino. Si el mensaje no se acepta por ningún nodo en la red, puede trasladarse alrededor de todo el anillo y volver al remitente.

20 El documento EP000115476 de Hauenstein *et. al.*, da a conocer un método para, por ejemplo red de área local virtual, construir una base de datos de topología que describa una topología de red basada en descriptores de topología recibidos informados por un *host* central.

En las redes de comunicación fijas e inalámbricas actuales hay más a menudo una constelación en la que los nodos que reenvían datos tienen conectividad a más de uno o dos nodos adyacentes, lo que permite más de una opción o elección para encaminamientos.

25 Un ejemplo típico es una red encaminada en la que un encaminador de IP tiene conectividad para muchos encaminadores de IP, por lo que los paquetes transferidos de un extremo del mismo nivel de una red a otro extremo del mismo nivel de la red pueden usar encaminamientos diferentes a través de la red utilizando encaminadores de IP diferentes, en el caso extremo para cada paquete.

30 Otro ejemplo es una red de Ethernet en la que los paquetes pueden atravesar conmutadores, concentradores o puentes diferentes de una red de capa 2.

Siempre que haya más de una elección de encaminamientos para elegir entre el número de posibles encaminamientos, se amplía considerablemente el número de nodos implicados, pero todavía puede haber sólo uno de estos encaminamientos que es óptimo en términos de QoS y fiabilidad para cada conexión y sólo la selección de los mejores encaminamientos posibles para todas las conexiones permitirá ejecutar toda la red apropiadamente.

35 El hallazgo de algoritmos inteligentes es una de las áreas más innovadoras para determinar los encaminamientos óptimos, y hay muchos algoritmos y métodos sobre cómo conseguirlos.

40 En las redes encaminadas hay diferentes variaciones de protocolos de encaminamiento implicadas que pueden clasificarse en protocolos de encaminamiento proactivos tales como OLSR (encaminamiento de estado de enlace optimizado), protocolos de encaminamiento reactivos tales como DSR (encaminamiento de fuente dinámica) y protocolos de encaminamiento híbridos tales como ZRP (protocolos de encaminamiento de zona)

Los algoritmos detrás son diversos y se especializan en diferentes casos de uso, teniendo cada uno sus propias ventajas y desventajas.

45 Hay numerosas maneras de cómo manejar mejor un hallazgo de trayectoria y una configuración de malla. Un ejemplo destacado de cómo tratar con ambos, hallazgo de trayectoria y cambios dinámicos, es el protocolo de malla inalámbrica híbrido (HWMP) tal como se recomienda por la norma IEEE 802.11s. Este caso implica una combinación de protocolo de encaminamiento proactivo (largo alcance) y reactivo (local) para afrontar mejor los problemas de malla.

50 En el caso de conexiones inalámbricas de punto a punto pueden aplicarse incluso más técnicas, usándose tales configuraciones normalmente para enlaces microondas. En general, dependiendo de la naturaleza de la interfaz aérea, se dedica una portadora, una ranura de tiempo (acceso múltiple por división de tiempo) o una frecuencia (acceso múltiple por división de frecuencia) a un enlace.

Sin embargo, se considera que las conexiones de punto a punto deben emplearse en entornos estáticos, configurados manualmente, en los que se considera que los sistemas altamente dinámicos deben emplearse en entornos de red en malla o *ad hoc*.

Pueden implementarse el encaminamiento y el hallazgo de trayectoria en redes *ad hoc* o en malla en redes municipales, países en vías de desarrollo, jugadores nuevos que configuran redes de acceso competitivas pero también un entorno industrial como medición inalámbrica medición inalámbrica y redes de sensor.

5 La selección del mejor encaminamiento posible es incluso más importante si los nodos están conectados a través de enlaces en los que pueden mostrar inestabilidad o calidad cambiante como enlaces inalámbricos. Además, surgen desafíos adicionales cuando la conectividad entre los nodos diferentes cambia frecuentemente, es decir porque se añaden o eliminan nodos nuevos, los nodos se mueven o cambian las condiciones de radio.

10 Esto es típico para las denominadas redes en malla y redes *ad hoc*, los nodos de conexión inalámbrica se disponen de nuevo ocasionalmente para que los encaminamientos puedan cambiar frecuentemente. En este caso, además del problema de hallazgo de encaminamiento conocido, el problema de una dinámica alta llega a ser prioritario.

Las tecnologías de malla se diferencian de las tecnologías del estado de la técnica por ser muy dinámicas en términos de entrega de paquetes y hallazgo de encaminamiento, lo que puede significar que cada paquete toma un encaminamiento diferente.

15 Un ejemplo típico de una tecnología sin malla puede ser conexiones de punto a punto distintas, es decir, nodos se interconectan por enlaces fijos y todo el tráfico de un borde de la red a otro borde de la red usará encaminamientos fijos que se predefinen por enlaces fijos. Una terminología usada comúnmente para este tipo de configuración es "malla conmutada" que indica que un nodo puede tener conexiones para más de dos nodos adicionales. Sin embargo, el tráfico siempre usará los mismos encaminamientos a menos que se rompa un enlace.

20 "Malla conmutada" se usa principalmente en escenarios estáticos sin ningún cambio de topología en los que se usa una malla real en entornos altamente dinámicos.

El uso de recursos, especialmente en el caso de entornos de redes de telecomunicación inalámbricas, es extremadamente diferente para los casos de uso con malla y sin malla.

25 El uso de tecnologías de malla en entornos de telecomunicación requiere un manejo por paquete con una actualización frecuente de las tablas de encaminamiento, una sobrecarga de alto mallado, retardo adicional provocado por malla, pero proporciona capacidades altamente dinámicas pero de recuperación automática.

El entorno de telecomunicación sin malla proporciona una disponibilidad continua de enlaces, calidad estable de servicio (QoS), sin retardo o con retardo mínimo, modo cuasiconmutado por circuito y sin flexibilidad o con poca flexibilidad.

30 Esta invención proporciona un método que permite operar en un modo de topología optimizado una vez que se configuran los sistemas en malla.

35 Puede ser ventajoso no usar ningún mecanismo en malla en el que las redes están dispuestas en cadena margarita puesto que el tráfico sólo puede reenviarse a lo largo de la cadena en el mismo. El uso de esquemas de mallado o encaminamiento no proporciona necesariamente la conexión de red más eficaz para estos escenarios. En cambio, puede ser más aconsejable configurar conexiones de punto a punto fijas, para que pueda utilizarse mejor el recurso de reemplazo de la interfaz aérea.

También hay otras configuraciones que prevén un uso de la interfaz aérea diferente a una malla típica y puede ser ventajoso usar la mejor configuración adecuada.

40 Pero antes de que pueda emplearse el mejor modo adecuado como por ejemplo con malla, sin malla, circuito conmutado o encaminado, la red de telecomunicación en parte o en total puede reconocer qué tipo de topología de red aplicará al mismo. La tarea de la presente invención es la detección de un tipo de topología de red y el empleo de un modo de topología de red apropiado en un entorno de red de telecomunicación.

45 El documento BHATNAGAR A ET. AL.: "Layer net: a new self-organizing network protocol" 19900930; 19900930 - 19901003, de 30 de septiembre de 1990 (30-09-1990), páginas 845-849, XP010002890, describe una red radio multisalto de autoorganización que puede crear su propia topología y planificaciones de transmisión de manera dinámica y distribuida.

El documento US-A-5 732 086 (LIANG SONGCHYAU S [US] ET. AL.) de 24 de marzo de 1998 (24-03-1998) describe una red multinodo que manifiesta una topología cambiante de nodos de procesamiento de datos individuales.

Sumario de la invención

50 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, se proporcionan un aparato de red, un dispositivo, un método y un medio legible por ordenador para detectar tipos de topología de red en un entorno de red de telecomunicación.

- 5 El término “aparato de red” puede comprender cualquier aparato en una red, que puede comprender un aparato instalado localmente fijo y un aparato móvil y puede comprender varios dispositivos. Un dispositivo puede estar dotado de software y hardware que potencian el dispositivo que actúa como nodo de la red de telecomunicación. Un nodo podría ser un nodo de acceso tal como una estación base, un controlador de red, una estación de retransmisión o un punto de acceso, un nodo de conmutación, un terminal fijo o móvil, un equipo informático o un servidor.
- 10 La red de telecomunicación se considera a modo de ejemplo como un conjunto de nodos por cable o inalámbricos dispuestos aleatoriamente que pueden configurar conexiones a nodos adyacentes sin ningún cuidado manual especial requerido. Los nodos pueden configurarse de manera que los encaminamientos óptimos pueden configurarse empleando esquemas de encaminamiento basados en paquetes en un enlace de datos o capa de red del modelo de referencia de la interconexión de sistemas abiertos (OSI).
- 15 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, en una red de telecomunicación por cable o inalámbrica, pueden disponerse los nodos y negociar trayectorias óptimas para un reenvío de datos después del encendido o después de los cambios en la red tales como reconfiguración, aumento o fallo.
- Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, pueden habilitarse redes en malla inalámbricas y de línea cableada para detectar la topología de red en la que consisten y puede proporcionarse una solución de cómo seleccionar el mejor modo operativo adecuado.
- 20 Cuando se configura una configuración de malla, puede suceder que todo el conjunto de nodos o un número significativo de nodos se dispongan de una manera más o menos ordenada. Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, puede detectarse un entorno de cadena margarita y, por tanto, pueden configurarse conexiones de punto a punto fijas de manera que puedan utilizarse mejor los recursos de repuesto de la interfaz aérea.
- 25 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, puede decidirse una configuración, que puede prever un uso de los recursos de interfaz aérea diferente a la malla típica, para partes de o el total del entorno de telecomunicación y puede configurarse la mejor configuración adecuada tal como una cadena margarita o una configuración de anillo.
- Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, el objeto de la presente invención se consigue mediante tres fases técnicas diferentes: iniciación de descubrimiento de topología de red, evaluación autónoma de sondeos de descubrimiento, conmutación autónoma al modo de topología de red apropiado.
- 30 El descubrimiento de topología de red puede iniciarse cuando un nodo o varios nodos descubren un cambio en el sistema que puede suceder cuando ha desaparecido un nodo adyacente, se ha insertado un nodo adyacente nuevo, ha cambiado la calidad de enlace, ha cambiado el volumen de tráfico o ha recibido un mensaje de descubrimiento de un nodo adyacente. La solución para la detección de topología puede aplicarse en entornos de red de voz y datos. Particularmente, puede aplicarse en entornos fijos e inalámbricos.
- 35 El procedimiento de descubrimiento de topología puede evaluar las sondas de descubrimiento de manera autónoma en la segunda fase y puede proponer un mejor modo de topología de red adecuado según su análisis y puede comunicarlo a otros nodos.
- La decisión de topología de red resultante y la conmutación a un modo de topología de red apropiado pueden basarse en una lista de propuestas de nodo recibidas por nodos adicionales durante la segunda fase.
- 40 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, el objeto de la presente invención se consigue mediante un nodo que tiene medios para realizar las tres fases diferentes: iniciación de descubrimiento de topología de red en la que un nodo puede enviar una sonda de descubrimiento, una evaluación autónoma de sondas de descubrimiento en la que un nodo puede analizar los resultados de sondas de descubrimiento y puede enviar una propuesta que comprende un modo de topología de red, y conmutación autónoma a una topología de red apropiada en la que al menos uno o cada nodo puede conmutar a una topología de red apropiada.
- 45 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, un nodo de la pluralidad de nodos puede enviar un mensaje que comprende una sonda de descubrimiento para al menos uno de los nodos adicionales, puede enviar a al menos uno de los nodos adicionales un mensaje que comprende una topología de red de operación propuesta, y puede tener medios para conmutar a un modo de topología de red apropiado.
- 50 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, el método para detectar tipos de topología de red en un entorno de red de telecomunicación está caracterizado por un nodo iniciador que detecta su topología de red difundiendo sondas de descubrimiento a nodos adyacentes, recibiendo resultados de una sonda de descubrimiento de al menos uno de los nodos de la red de telecomunicación y enviando a al menos un nodo adicional una primera información que comprende un modo de red propuesto.
- 55 En un entorno de red de telecomunicación, en el que los nodos que reenvían datos pueden estar dispuestos de una

- manera más o menos aleatoria, los nodos pueden detectar si están dispuestos completamente desordenados como un ejemplo dado en una topología en malla o si pueden disponerse en parte o en su totalidad según una topología de red específica como ejemplo dado en una topología de cadena margarita que permite un uso más sencillo y más eficaz de reenviar recursos y permitir trayectorias incluso flexibles como topología en anillo a modo de ejemplo. La
- 5 detección de topología de red puede producirse difundiendo una sonda de descubrimiento a nodos adyacentes que pueden añadir información acerca de los mismos y sus nodos adyacentes y reenviarla a otros nodos adyacentes.
- Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, la sonda de descubrimiento puede enviarse de vuelta al nodo iniciador mediante un nodo de borde de la red en la que un nodo de borde es un nodo que puede servir como un egreso a la red principal.
- 10 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, la sonda de descubrimiento puede enviarse de vuelta al nodo iniciador mediante un nodo adicional de la red en la que un nodo adicional es un nodo que tiene más de dos nodos adyacentes.
- Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, el nodo iniciador puede comprender además la funcionalidad para analizar la sonda de descubrimiento recibida de al menos uno de los nodos de la red de telecomunicación, y puede calcular el modo de red propuesto.
- 15 Como resultado de la detección de topología de red de la presente invención, los nodos pueden aplicar un uso de recurso optimizado de topología de red tal como encaminamiento por paquetes para una topología en malla o de punto a punto para una topología en cadena margarita o en anillo.
- Puesto que cada nodo de la pluralidad de nodos puede realizar este procedimiento, cada nodo de la red de telecomunicación puede tener una lista que comprende información del nodo adyacente de una parte de o de toda la red de telecomunicación.
- 20 La segunda fase comprende una evaluación autónoma de sondas de descubrimiento. Cada nodo de la pluralidad de nodos puede analizar la lista que comprende información de nodo de una parte de o de toda la red de telecomunicación y puede proponer un mejor modo de topología adecuado según su análisis y puede comunicarlo a al menos un nodo adicional. En una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el modo de topología de red propuesto puede comunicarse a todos los nodos adicionales.
- 25 Según una realización a modo de ejemplo de la invención, un nodo de la pluralidad de nodos puede recibir además el modo de topología de red propuesto de al menos uno de los nodos adicionales y puede conmutar a un modo de operación de topología de red apropiado dependiendo de la topología de red propuesta de al menos uno de los nodos adicionales, en particular uno de los nodos adyacentes.
- 30 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, la decisión de topología de red resultante y la conmutación a un modo de topología de red apropiado puede basarse en una lista de propuestas de modo recibidas de al menos un nodo adicional.
- En una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, cada nodo de la red de telecomunicación puede tener una lista que comprende la topología de red propuesta de todos los nodos de la red de telecomunicación.
- 35 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, pueden clasificarse los modos de topología de red proporcionados y el modo de operación de topología de red apropiado puede dar como resultado el modo menos clasificado si uno o más modos de topología de red propuestos de los nodos adyacentes difieren del propio modo de topología de red propuesto.
- 40 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el resultante que es la decisión final de topología de red puede basarse en un principio de denominador menos común en el que el sistema de red de telecomunicación o partes del mismo puede operar en el modo propuesto según la lista de propuestas de modo cuando todos los nodos proponen el mismo modo y el sistema de red de telecomunicación o partes del mismo puede operar en el modo menos clasificado cuando uno o más nodos difieren de su propuesta de topología de red.
- 45 Puesto que todos los nodos pueden comunicar su propuesta de topología de red al resto de los nodos, cada nodo puede conmutar al modo adecuado individualmente sin ninguna comunicación adicional puesto que las reglas para una decisión son inequívocas para todos los nodos después del principio de denominador menos común.
- Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, el modo de operación apropiado puede dar como resultado un modo de cadena margarita y los nodos pueden usar al menos dos portadoras de radio diferentes.
- 50 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, un nodo adicional puede recibir una sonda de descubrimiento de un nodo iniciador, puede analizar sus conexiones a nodos adyacentes, y puede añadir información acerca de la conectividad a sus nodos adyacentes a la sonda de descubrimiento.
- Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, un nodo adicional puede difundir una sonda de

descubrimiento a sus nodos adyacentes dependiendo del resultado de su análisis de conectividad.

Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el resultado del análisis puede provocar que el nodo adicional pueda tener conectividad con una determinada calidad a dos nodos adyacentes y pueda enviar la sonda de descubrimiento a al menos un nodo adicional de la red de telecomunicación.

- 5 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, la red de telecomunicación puede pertenecer a un entorno de red en malla.

Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, puede proporcionarse un procedimiento de operación en cadena margarita en el que los nodos saltan sus nodos adyacentes directos y reenvían datos al nodo siguiente en lugar de reenviarlos a sus nodos adyacentes directos.

- 10 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, puede proporcionarse un método para operar un tipo de topología de red en "cadena margarita" en un entorno de red de telecomunicación caracterizado por un primer nodo, un segundo nodo, un tercer nodo, un cuarto nodo y un quinto nodo que tienen la capacidad de usar al menos dos portadoras de radio diferentes, siendo un segundo nodo adyacente al primer nodo y a un segundo nodo adyacente, siendo un cuarto nodo adyacente a un tercer nodo y a un quinto nodo, y en el que un tercer nodo reenvía datos directamente a un primer nodo usando una primera portadora de radio, un quinto nodo reenvía datos directamente al tercer nodo usando una segunda portadora de radio y un segundo nodo reenvía datos directamente al cuarto nodo usando una tercera portadora de radio.
- 15

- 20 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, puede proporcionarse un procedimiento de operación en cadena margarita nuevo en el que los datos pueden reenviarse sin interferencia a los nodos adyacentes. Esto puede conseguirse cuando se usan tres portadoras individuales que pueden estar dispuestas de una manera correspondiente. Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, los nodos pueden usar hasta tres portadoras de radio diferentes que pueden separarse por frecuencia, por tiempo o por código.

- 25 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, cada nodo puede tener la capacidad de operar en al menos dos de tres portadoras en paralelo.

Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, puede proporcionarse cada nodo como punto de acceso WiFi con antenas dirigidas o sectorizadas que apuntan hacia sus nodos adyacentes orientales y occidentales.

- 30 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, pueden proporcionarse las portadoras según la norma IEEE 802.11b/g.

Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, cada nodo puede saltar su nodo adyacente directo siempre que el modo de operación sea un modo normal porque no puede fallar ningún nodo. El modo de operación normal puede emplear una reutilización de frecuencia de tres para evitar interferencia.

- 35 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, cada punto de acceso puede usar identificadores de conjunto de servicios específicos (SSID), pudiendo estar asociado el identificador de conjunto de servicios de los datos de reenvío al nodo adyacente siguiente y no al saltado con el fin de garantizar las asociaciones apropiadas.

Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el tráfico que se alimenta puede generarse localmente en el nodo en el que el nodo puede ser un punto de acceso.

- 40 Cuando se encuentra en una operación normal, una configuración puede aplicar con cada punto de acceso un reenvío del tráfico de sus nodos adyacentes a lo largo de la cadena mientras que se alimentan en el tráfico generado localmente en el punto de acceso. En el modo de operación normal, todos los puntos de acceso saltan sus nodos adyacentes directos empleando una reutilización de frecuencia de tres para evitar interferencia.

- 45 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, puede proporcionarse un procedimiento operativo al añadir flexibilidad al sistema en cadena margarita en el que los nodos adyacentes directos pueden adoptar el papel de los nodos que han fallado.

- 50 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el nuevo procedimiento operativo de un sistema en margarita puede fijar el fallo mediante un modo de flexibilidad transparente en el que los nodos adyacentes directos pueden adoptar el papel del nodo que ha fallado con respecto a los nodos adyacentes efectuados de tal manera que pueda parecer que trabajan más cerca del nodo que ha fallado con respecto a ellos. No es necesario que el nodo adyacente directo afectado se dé cuenta que su nodo de reenvío ha fallado ya que los nodos adyacentes directos del nodo que ha fallado pueden adoptar su papel.

Según otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, el nuevo procedimiento operativo de un sistema en margarita puede fijar el fallo mediante un modo de flexibilidad no transparente en el que los nodos adyacentes

directos se comunicarán con los nodos afectados y negociarán la reutilización futura de los recursos de interfaz aérea.

5 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, puede proporcionarse un modo de operación para sistemas en cadena margarita que permiten un rendimiento global alto mientras que todavía se proporciona una alta flexibilidad caracterizado por los nodos que saltan sus nodos adyacentes directos, permitiendo que los nodos adyacentes directos actúen como nodos flexibles que operan en dos modos, uno que deja los nodos afectados sin conocimiento de un nodo que ha fallado y otro que implica de manera activa los nodos afectados.

10 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, puede proporcionarse un método para operar un tipo de topología de red en cadena margarita en un entorno de red de telecomunicación caracterizado por un primer nodo que puede verse afectado, un segundo nodo que puede ser adyacente, un tercer nodo que puede ser el de detección, un cuarto nodo que puede ser el segundo nodo adyacente correspondiente y puede ser el que ha fallado, y un quinto nodo que puede ser el segundo nodo afectado correspondiente. El tercer nodo que puede ser el nodo de detección, puede funcionar de la siguiente manera: el tercer nodo puede detectar un fallo de enlace para el cuarto nodo, el tercer nodo puede enviar una detección de fallo de enlace al quinto nodo y puede establecer una transmisión transparente al quinto nodo. El establecimiento de una transmisión transparente para el quinto nodo puede estar caracterizado porque recibe un mensaje de acuse de recibo de un mensaje de detección de fallo de enlace del quinto nodo y conmuta a un modo de flexibilidad transparente. El modo de flexibilidad transparente puede estar caracterizado por recibir tráfico del segundo nodo en una tercera portadora de radio y reenviar tráfico de un tercer nodo a un quinto nodo.

20 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, un tercer nodo puede comprender además: detectar un fallo de enlace para el cuarto nodo, enviar una detección de fallo de enlace al quinto nodo y establecer una transmisión no transparente en el quinto nodo, pudiendo estar caracterizada la transmisión no transparente en un tercer nodo porque recibe un mensaje de acuse de recibo con respecto al mensaje de detección de fallo de enlace del quinto nodo y conmuta a un modo de flexibilidad no transparente de operación en el que la conmutación tiene lugar enviando a un segundo nodo un mensaje que comprende información acerca de conmutación a una operación de flexibilidad no transparente.

25 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el método comprende negociar qué portadora se usa para reenviar los datos entre el primer nodo y el tercer nodo, negociar qué portadora se usa para reenviar los datos entre el tercer nodo y el quinto nodo, y negociar qué portadora se usa para reenviar los datos entre el segundo nodo y el cuarto nodo.

30 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el fallo de un nodo puede detectarse mediante un nodo adyacente. El nodo de detección puede informar de su sospecha al segundo nodo adyacente correspondiente del nodo que falla y puede indicar que, mediante su diseño, puede manejar un modo de flexibilidad transparente, un modo de flexibilidad no transparente o modo de flexibilidad tanto transparente como no transparente.

35 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el fallo de un nodo puede detectarse al dejar de recibir señales.

40 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, un nodo adyacente con respecto a un nodo que falla puede tener hasta tres cabeceras de radio que pueden proporcionar un manejo de hasta tres portadoras en paralelo.

45 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el segundo nodo adyacente correspondiente del nodo que falla puede buscar el nodo que falla a la recepción del mensaje del nodo de detección y puede acusar recibo de su falta de disponibilidad. El segundo nodo adyacente correspondiente del nodo que falla puede tener el mismo diseño y, por tanto, puede ser del mismo tipo que el nodo de detección y puede sugerir usar el modo de flexibilidad transparente.

Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, el nodo de detección adyacente del nodo que falla puede haber recibido un mensaje de acuse de recibo del segundo nodo adyacente correspondiente del nodo que falla, puede haber enviado un mensaje de confirmación al segundo nodo adyacente correspondiente y después ambos nodos pueden conmutar a un modo de flexibilidad transparente.

50 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, los nodos que operan en un modo de flexibilidad transparente pueden continuar reenviando tráfico de o a su nodo siguiente y estos nodos pueden dejar la configuración de radio sin cambios.

55 Además, ambos nodos, el nodo de detección así como el segundo nodo adyacente correspondiente del nodo que falla, pueden proporcionar ahora una interfaz aérea a los nodos afectados que se forma exactamente de la misma manera que lo hizo el nodo que falla. El nodo de detección adyacente puede usar el SSID del nodo que falla con respecto a su nodo adyacente que opera todavía y puede emplear la misma portadora como lo hizo su nodo adyacente directo con respecto al nodo que falla.

- 5 Por consiguiente, el segundo nodo adyacente correspondiente del nodo que falla puede usar el SSID del nodo que falla con respecto a su nodo adyacente que opera todavía y puede emplear la misma portadora ya que su nodo adyacente directo puede usarse con respecto al nodo que falla. De esta manera, no es necesario que los dos nodos afectados se den cuenta que se substituyó su nodo de reenvío por los dos nodos adyacentes directos del nodo que falla. El comportamiento de los nodos que operan en el modo de flexibilidad transparente puede ser transparente para los nodos adyacentes afectados. No es necesario que los nodos adyacentes afectados cambien su modo operativo.
- 10 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, los nodos adyacentes directos pueden negociar el modo de flexibilidad no transparente y ambos nodos de detección del nodo que falla pueden enviar un mensaje al segundo nodo adyacente correspondiente, ambos nodos adyacentes directos pueden informar a los nodos afectados correspondientes acerca del nodo que falla. Los nodos afectados acusan recibo y establecen una transmisión no transparente. Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, puede usarse la misma portadora entre nodos adyacentes directos del nodo que falla y los nodos afectados tal como se usó entre los nodos afectados y el nodo que falla para evitar interferencia.
- 15 Según otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, un nodo afectado que reenvía o recibe datos al nodo que falla, puede detectar el nodo que falla y puede informar al nodo adyacente directo del nodo que falla.
- Según otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, los nodos pueden proporcionar capacidades de recursos de radio diferentes. Puede proporcionarse una operación mixta de nodos que soportan una única portadora y de nodos que soportan una multiportadora.
- 20 Según otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, el método de operación puede ser de modo de topología de red en "cadena margarita" y puede aplicarse a cualquier interfaz aérea existente que opera en una banda con licencia o sin licencia.
- 25 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, un nodo de comunicación para detectar tipos de topología de red en un entorno de red de telecomunicación puede estar caracterizado porque detecta su topología de red difundiendo una sonda de descubrimiento a nodos de comunicación adyacentes, recibiendo resultados de la sonda de descubrimiento de al menos uno de los nodos de comunicación adyacentes y enviando a al menos uno de los nodos adyacentes una primera información que comprende un modo de red propuesto.
- 30 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, un aparato de red en una red de telecomunicación puede comprender al menos un primer nodo, un segundo nodo, un tercer nodo, un cuarto nodo y un quinto nodo conectados en orden secuencial al siguiente caracterizado porque opera en un modo de topología de red en cadena margarita, tiene la capacidad de usar al menos dos portadoras de radio diferentes, siendo el tercer nodo adyacente al segundo nodo y al cuarto nodo, reenviando el tercer nodo datos directamente al primer nodo que opera en una primera portadora de radio y reenviando el quinto nodo datos directamente al tercer nodo que opera en una segunda portadora de radio, detectando el tercer nodo un fallo de enlace para el cuarto nodo y enviando una detección de fallo de enlace al quinto nodo, recibiendo el tercer nodo un mensaje de acuse de recibo con respecto al mensaje de detección de fallo de enlace y teniendo el tercer nodo medios para establecer una transmisión al quinto nodo.
- 35 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, un tercer nodo y un quinto nodo adyacentes a un cuarto nodo adoptan el papel de un cuarto nodo cuando detecta el fallo de enlace para el cuarto nodo.
- 40 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, puede adoptarse el papel del cuarto nodo por el tercer nodo y el quinto nodo de tal manera que parezca como el cuarto nodo de manera transparente al segundo nodo y al sexto nodo, directo adyacente al quinto nodo.
- 45 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, puede adoptarse el papel del cuarto nodo de tal manera que parezca como cuarto nodo de manera no transparente al segundo nodo y el sexto nodo.
- Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, los nodos pueden ser puntos de acceso WiFi o WiMAX o nodos de la tecnología de evolución a largo plazo.
- Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, un nodo puede operar como nodo de egreso que tiene acceso a la red de telecomunicación principal de datos.
- 50 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, la lista de información puede analizarse por cada nodo y el mejor modo de topología de red adecuado puede derivarse de los resultados del análisis.
- Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, los resultados del análisis pueden comunicarse al resto de los nodos o parte de los nodos del sistema de red de telecomunicación.

Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, todos los nodos pueden comunicar su propuesta a todos los nodos adicionales y cada nodo puede conmutar al modo de topología de red apropiado individualmente sin comunicación adicional.

5 Según una realización a modo de ejemplo adicional de la presente invención, las reglas para la decisión pueden ser inequívocas para todos o parte de los nodos. El nodo puede seguir el principio de denominador menos común.

Las realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención se describirán a continuación con referencia a los siguientes dibujos.

Breve descripción de los dibujos

10 La figura 1 muestra una realización a modo de ejemplo de una red de telecomunicación, en particular una red en malla que tiene una pluralidad de nodos comprendidos.

La figura 2 muestra un ejemplo en el que los nodos están dispuestos de una manera secuencial (cadena margarita).

La figura 3 muestra la relación a nodos adyacentes dependiendo de la calidad de la conexión.

La figura 4 muestra diferentes tipos de topología de red.

15 La figura 5 muestra un flujo de mensajes a modo de ejemplo entre los nodos durante la fase de detección de topología de red de la presente invención.

La figura 5a muestra un flujo de mensajes a modo de ejemplo entre los nodos durante la iniciación de la fase de descubrimiento de topología de red, la fase de evaluación de topología de red autónoma y la fase de conmutación de topología de red autónoma de la presente invención.

20 La figura 6 muestra una realización a modo de ejemplo de una sonda de descubrimiento que puede tener el formato tal como se muestra en la presente invención durante la fase de iniciación del descubrimiento de topología de red.

La figura 7 muestra una realización a modo de ejemplo de una propuesta de topología de red que puede configurarse tal como se muestra en la presente invención al final del procedimiento de descubrimiento.

25 La figura 8 muestra otra realización a modo de ejemplo de una propuesta de modo de topología de red que puede configurarse para una configuración de anillo tal como se muestra en la presente invención al final del procedimiento de descubrimiento.

La figura 9 muestra una realización a modo de ejemplo de una sonda de descubrimiento que puede tener el formato de una manera completamente desordenada tal como se muestra en la presente invención durante la fase de iniciación de descubrimiento de topología de red.

30 La figura 10 muestra otra realización a modo de ejemplo de una propuesta de modo de topología de red que puede configurarse para una configuración de malla tal como se muestra en la presente invención al final del procedimiento de descubrimiento.

La figura 11 muestra otra realización a modo de ejemplo de una matriz de decisión que puede usarse para la decisión de topología de red final tal como se muestra en la presente invención.

35 La figura 12 muestra una realización a modo de ejemplo de la presente invención, que comprende una operación específica de una configuración de cadena margarita en la que los nodos vecinos directos se saltan cuando se reenvían los datos.

La figura 13 muestra una realización a modo de ejemplo de la presente invención, en la que los nodos descubren la ruptura de un nodo vecino directo.

40 La figura 14 muestra una realización a modo de ejemplo de la presente invención, que comprende un modo de flexibilidad transparente y el manejo correspondiente de una conmutación por error.

La figura 15 muestra una realización a modo de ejemplo de la presente invención, que comprende un modo de flexibilidad no transparente y el manejo correspondiente de una conmutación por error.

Descripción detallada

45 Para aclarar además los objetos, esquemas técnicos y ventajas de la presente invención, la presente invención se describe adicionalmente en detalle con referencia a las realizaciones y dibujos adjuntos. Es necesario que se indique que las realizaciones descritas en este caso son meramente para los propósitos de ilustración de la presente invención; no deben entenderse como limitativas de la presente invención.

La figura 1 muestra una realización a modo de ejemplo de una red de comunicación, en particular una red en malla

que comprende nodos a, b, c, d, e. Ésta es una disposición típica de un entorno de malla inalámbrica. Los nodos de la red se comunican entre sí, usándose un medio de transmisión común, por ejemplo una línea cableada fija común o una radiofrecuencia común. Líneas discontinuas conectan los nodos adyacentes entre sí, en otras palabras esos nodos, que pueden comunicarse directamente entre sí. El nodo a es adyacente a los nodos b, c, d y e, el nodo b es adyacente a los nodos a, c y e, el nodo c es adyacente a los nodos a, b y d, el nodo d es adyacente a los nodos a, c y e, el nodo e es adyacente a los nodos a, b y d. La invención se implementa preferiblemente en redes más grandes como la mostrada en la figura 1.

Tras la inicialización, se dispondrán estos nodos y negociarán las trayectorias óptimas para el reenvío de datos. El resultado de disposición puede ser un modo en malla cuando los nodos se configuran de una manera completamente aleatoria o en cadena margarita cuando los nodos están ordenados de una manera subsecuente tal como se muestra en la figura 2.

Sin embargo, incluso cuando se rompen las conexiones entre los nodos, puede suceder que todo el conjunto de nodos o un número significativo de nodos estén dispuestos de una manera más ordenada otra vez.

La figura 2 muestra un ejemplo en el que los nodos están dispuestos en cadena margarita cuando se conecta cada nodo en serie al siguiente y el tráfico sólo puede reenviarse a lo largo de la cadena. Líneas discontinuas conectan nodos adyacentes de la cadena entre sí, en otras palabras esos nodos, que pueden comunicarse directamente entre sí. El nodo a es adyacente al nodo b, el nodo b es adyacente a los nodos a y c, el nodo c es adyacente a los nodos b y d, el nodo d es adyacente a los nodos c y e, el nodo e es adyacente al nodo d. El nodo d puede tener un egreso que se interconecta con una red de comunicación adyacente que podría ser un punto de acceso de otra red móvil. La invención se implementa preferiblemente en redes más grandes que la mostrada en la figura 2.

Para estas redes tal como se describe a modo de ejemplo para escenarios de cadena margarita, el uso de esquemas de mallado o encaminamiento sería un esfuerzo que excede la meta deseada. Por tanto, sería más aconsejable configurar las conexiones de punto a punto fijas, para que pueda utilizarse mejor el recurso de repuesto de la interfaz aérea.

Hay incluso más configuraciones que prevén un uso de la interfaz aérea diferente a una malla típica y parece ser muy prometedor usar siempre la mejor configuración adecuada.

La figura 3 muestra la relación a nodos adyacentes en términos de calidad con respecto a su conexión. Independientemente de la interfaz aérea que se use e independientemente de la topología de red que se proporcione, un nodo puede observar más que nodos adyacentes directos. Los nodos adyacentes pueden clasificarse en términos de calidad, por ejemplo relación de señal a ruido (S/I) en el caso inalámbrico o de ancho de banda o de tasa de error de bit (BER) en el caso de conexiones de línea cableada. En el ejemplo de la figura 3, el nodo c puede estar conectado a los nodos b y d con una buena relación de señal a ruido (S/I) que se ilustra por la línea continua c11 y c12 pero el nodo c también puede conectarse a los nodos a y e con una relación de señal a ruido más pobre (S/I) ilustrada por las líneas discontinuas c1 y c2. El nodo b puede conectarse a los nodos a y c con una buena relación de señal a ruido (S/I) ilustrada por la línea continua c10 y c11 pero también puede conectarse al nodo d con una mala relación de señal a ruido (S/I), ilustrada por la línea discontinua c3. El nodo d puede conectarse al nodo c y e con una buena relación de señal a ruido (S/I) ilustrada por la línea continua c12 y c13 pero también puede conectarse al nodo b con una mala relación de señal a ruido (S/I), ilustrada por la línea discontinua c3. En esta terminología, el nodo d puede indicar los nodos c y e como nodos adyacentes "S/I de clase 1" y los nodos b como nodos adyacentes "S/I de clase 2".

La figura 4 muestra diferentes tipos de topología de red que comprenden un modo de topología de red en anillo, en cadena margarita y en malla. Varios nodos (a, b, c, d, y e) pueden crear una red en malla. Además, uno o varios nodos pueden proporcionar una funcionalidad de nodo raíz que puede interconectarse a una red de comunicación principal. En este ejemplo, el nodo e proporcionará un egreso de una funcionalidad de nodo raíz.

Puede haber muchas topologías de red que justifiquen un tratamiento de recursos específicos; sin embargo, en una realización a modo de ejemplo de esta invención se representan las topologías en malla, en cadena margarita y en anillo.

Para el modo en malla, el escenario convencional es que los nodos se configuran de una manera completamente aleatoria y cada nodo puede comunicarse con un par de nodos adyacentes.

Para el modo en cadena margarita, los nodos se ordenan de una manera subsecuente y el tráfico se reenvía a lo largo de la cadena, es decir de oeste a este del nodo a al nodo b al nodo c al nodo d al nodo e.

Para el modo en anillo, un caso específico de la disposición en cadena margarita, sin embargo, son posibles encaminamientos alternativos o bien en sentido horario o bien en sentido antihorario.

La figura 5 muestra la relación con nodos adyacentes en términos de calidad con respecto a su conexión y un flujo de mensajes a modo de ejemplo entre los nodos de la presente invención. Independientemente de la interfaz aérea que se use e independientemente de la topología que se proporcione, un nodo puede observar más de nodos

adyacentes directos. Los nodos adyacentes pueden clasificarse en términos de calidad, por ejemplo relación de señal a ruido (S/I) en el caso inalámbrico, de ancho de banda o de tasa de error de bit (BER) en el caso de conexiones de línea cableada. De manera similar al ejemplo de la figura 3, el nodo c puede estar conectado a los nodos b y d con una buena relación de señal a ruido (S/I) que se ilustra por la línea continua c11 y c12 pero el nodo c también puede estar conectado a los nodos a y e con una relación de señal a ruido (S/I) más pobre ilustrada por las líneas discontinuas c1 y c2. El nodo b puede estar conectado a los nodos a y c con una buena relación de señal a ruido (S/I) ilustrada por la línea continua c10 y c11 pero también puede estar conectado al nodo d con una mala relación de señal a ruido (S/I). El nodo d puede estar conectado al nodo c y e con una buena relación de señal a ruido (S/I) ilustrada por la línea continua c12 y c13 pero también puede estar conectado al nodo b con una mala relación de señal a ruido (S/I).

El nodo b puede ser el nodo iniciador para una detección de topología de red. Por tanto, el nodo b puede difundir un mensaje M1 que comprende una sonda de detección a sus nodos a y c adyacentes. El nodo a puede recibir el mensaje que comprende la sonda de descubrimiento del nodo a, detecta que no tiene ningún nodo adyacente directo adicional excepto el nodo b del que procede el mensaje de origen, y envía de vuelta un mensaje M3 que comprende esta información con respecto al nodo b iniciador. El nodo c puede recibir el mensaje que comprende la sonda de descubrimiento del nodo b, puede añadir su información de nodos adyacentes a la sonda de descubrimiento y puede reenviar el mensaje M7 que comprende la información de sonda de descubrimiento enmendada con respecto al nodo d ya que el nodo d puede ser el único nodo adyacente directo excepto el nodo b iniciador del que procede el mensaje de origen. Cuando el propio nodo d recibe este mensaje, puede añadir su información de nodo adyacente a la sonda de descubrimiento y puede reenviar el mensaje M8 que comprende la sonda de descubrimiento enmendada con respecto al nodo e ya que el nodo e puede ser el único nodo adyacente directo con la excepción del nodo c del que procede la sonda de descubrimiento. El nodo e puede recibir el mensaje que comprende la sonda de descubrimiento del nodo d, puede detectar que es un nodo de borde y puede enviar de vuelta el mensaje M11 que comprende esta información con respecto al nodo b iniciador. Alternativamente al flujo de mensajes de este ejemplo, ya puede realizarse al nodo c una propia investigación sobre su descubrimiento de topología y puede enviar esta información directamente de vuelta al nodo b.

El nodo b puede analizar los resultados de sonda de descubrimiento que se consiguen de nodos adicionales y puede difundir un mensaje M5 que comprende una propuesta de modo de topología de red, con respecto a sus nodos adyacentes.

Este procedimiento puede iniciarse de cada nodo de la red de telecomunicación y, por tanto, cada nodo puede difundir una propuesta de modo de topología de red.

La figura 5a muestra un flujo de mensajes a modo de ejemplo entre los nodos durante la iniciación de fase de descubrimiento de topología de red, la fase de evaluación de topología de red autónoma y la fase de conmutación de topología de red autónoma de la presente invención.

La iniciación de la fase de descubrimiento de topología de red ya se describe en detalle en la figura 5 que comprende el flujo M1, M7, M8, M3 y M11 de mensajes. Los nodos pueden tener el mismo papel que se describe en la figura 5.

Durante la fase de evaluación autónoma, el nodo b iniciador puede analizar los resultados de la sonda de descubrimiento y puede configurar una propuesta de topología de red basándose en resultados que se consiguen de los nodos adicionales. Al final de este procedimiento, el nodo b puede enviar a los nodos adicionales, el nodo a, el nodo c, el nodo d y el nodo e, comprendiendo el mensaje M5 una propuesta de modo de topología de red.

El nodo b también puede recibir de los nodos a, c, d y e adicionales, los mensajes M20 que comprenden propuestas de topología de red adicionales. El mensaje M20 puede recibirse después, antes o al mismo tiempo en que el nodo b puede enviar su mensaje M5 de propuesta de red.

Puede clasificarse los tipos de topología de red y el tipo de operación de topología resultante puede ser el tipo de topología menos clasificado si uno o más tipos de topología de red propuestos recibidos de los nodos adicionales difieren del propio tipo de topología propuesto.

El nodo b iniciador puede enviar a los nodos a, c, d y e adicionales, comprendiendo los mensajes M21 el tipo de topología de red resultante, y puede conmutar a este tipo de topología de red.

La figura 6 muestra una realización a modo de ejemplo de una sonda de descubrimiento que puede tener el formato tal como se muestra en la presente invención durante la fase de iniciación de descubrimiento de topología de red. Cada nodo puede enviar estas sondas pero también será el receptor de sondas de otros. Si es un receptor, puede llenar la información solicitada y reenviar la sonda a otros nodos adyacentes pero no de vuelta al nodo que ha enviado esta sonda. Si el nodo tiene sólo un nodo adyacente (del que se recibió la sonda) enviará la sonda de vuelta al originador puesto que se considera un nodo de borde. Si el nodo tiene más de dos nodos adyacentes ya no reenviará la sonda sino que la enviará de vuelta al originador, suponiendo que está en una malla completamente desordenada y configurada, es el mejor modo adecuado. Si tiene sólo un nodo adyacente, supondrá que es un nodo de borde. Cuando tiene dos nodos adyacentes, enviará sondas a ambos para derivar su situación de nodo

adyacente. Por motivos descriptivos, los dos nodos adyacentes se indican como nodo adyacente oriental y occidental. Después de un tiempo, cada nodo recibirá de vuelta las sondas de sus vecinos oriental y occidental con todos los datos solicitados llenados.

5 En una solución a modo de ejemplo adicional de la invención, un nodo puede clasificar sus nodos adyacentes según la relación de señal a ruido (S/I) en “vecinos de clase 1” de clase 1 y “vecinos de clase 2” de nodos adyacentes de clase 2. Si el nodo tiene más de dos nodos adyacentes de clase 1, ya no puede reenviar la sonda sino enviarla de vuelta al originador, suponiendo que está en una malla completamente desordenada y configurada, es el mejor modo adecuado. Cuando tiene dos nodos adyacentes de clase 1, puede enviar sondas a ambos para derivar su situación de nodo adyacente. Después de un tiempo, cada nodo puede recibir de vuelta las sondas de sus vecinos
10 oriental y occidental con todos los datos solicitados llenados.

La realización a modo de ejemplo de una sonda puede tener un formato que comprende los campos de información, originador, dirección, “Yo soy”, egreso, “vecinos de clase 1” y “vecinos de clase 2”. El campo originador puede contener un identificador del nodo originador, el campo dirección puede contener la dirección a la que se envió la sonda (este, oeste), el campo “Yo soy” puede contener el identificador de nodo que llena su información de nodo
15 adyacente, el campo egreso puede contener la información de si el nodo en cuestión tiene acceso a una red de comunicación principal, el campo “vecinos de clase 1” puede contener los identificadores de todos los nodos adyacentes que tienen una conexión que realiza al menos un determinado criterio de calidad y el campo “vecinos de clase 2” puede contener los identificadores de todos los nodos adyacentes que tienen conectividad que no cumple con los determinados criterios de calidad.

20 Se comentan las sondas para los nodos a y b en una configuración de cadena margarita similar al ejemplo de la figura 5.

Suponiendo una configuración de cadena margarita, el nodo a enviaría una sonda tal como se muestra en la tabla 620 que va hacia el este al nodo b, habiendo llenado su información de nodo adyacente que comprende configurar el campo “Yo soy” a a, el campo egreso a no, el campo “vecinos de clase 1” a b y el campo “vecinos de clase 2” a c.
25 El nodo b adyacente receptor llenará entonces su información de nodo adyacente que comprende configurar el campo “Yo soy” a b, el campo egreso a no, el campo “vecinos de clase 1” a a y c y el campo “vecinos de clase 2” a d y, después, enviar la sonda al nodo c pero no al nodo a ya que el nodo a fue el remitente de esta sonda. Esto va acompañado por la cadena margarita y el nodo c adyacente llenará entonces su información de nodo adyacente que comprende configurar el campo “Yo soy” a c, el campo egreso a no, el campo “vecinos de clase 1” a b y d y el
30 campo “vecinos de clase 2” a a y e y, después, enviar la sonda al nodo d adyacente pero no al nodo a ya que el nodo a fue el remitente de esta sonda. El nodo d adyacente llenará entonces su información de nodo adyacente que comprende configurar el campo “Yo soy” a d, el campo egreso a no, el campo “vecinos de clase 1” a c y e y el campo “vecinos de clase 2” a b y, después, enviar la sonda al nodo e adyacente pero no al nodo c ya que el nodo c fue el remitente de esta sonda. El nodo e adyacente que es el último nodo de la cadena llenará entonces su información de nodo adyacente que comprende configurar el campo “Yo soy” a e, el campo egreso a sí, el campo
35 “vecinos de clase 1” a d y el campo “vecinos de clase 2” a c y, después, enviar la sonda de vuelta a la cadena a a ya que e descubre que es un nodo de borde.

El nodo a no enviará ninguna sonda que va hacia el oeste puesto que no hay ningún nodo adyacente ya que es un nodo de borde.

40 El mismo procedimiento se lleva a cabo por todos los nodos adicionales, se muestran ejemplos en la tabla 601, 602, 611, 612 de la figura 6 para el nodo b. El nodo b enviará una sonda que va hacia el oeste a a y que va hacia el este a c. Los nodos a y e enviarán las sondas de vuelta puesto que son los nodos de borde.

Cuando el nodo b puede enviar una sonda tal como se muestra en la tabla 601 que va hacia el este al nodo c, ha llenado anteriormente su información de nodo adyacente que comprende configurar el campo “Yo soy” a b, el campo
45 egreso a no, el campo “vecinos de clase 1” a a y c y el campo “vecinos de clase 2” a d. El nodo b adyacente receptor llenará entonces su información 6020 de nodo adyacente tal como se muestra en la tabla 602. Esto va acompañado por la cadena margarita hasta que el nodo e que es el último nodo de la cadena llene luego su información de nodo adyacente que comprende configurar el campo “Yo soy” a e, el campo egreso a sí, el campo “vecinos de clase 1” a d y el campo “vecinos de clase 2” a c y, después, enviar la configuración de sonda de descubrimiento tal como se muestra en la tabla 611 de vuelta a la cadena a a ya que e descubre que es un nodo de borde.
50

El nodo b puede enviar una sonda que va hacia el oeste al nodo a tal como se muestra en la tabla 612. El nodo a adyacente receptor llenará entonces su información de nodo adyacente que comprende configurar el campo “Yo soy” a a, el campo egreso a no, el campo “vecinos de clase 1” a b y el campo “vecinos de clase 2” a c y, después, puede enviar la sonda de descubrimiento de vuelta a b ya que puede descubrir que es un nodo de borde.

55 La figura 7 muestra una realización a modo de ejemplo de una propuesta de modo de topología de red que puede configurarse al final del procedimiento de descubrimiento cuando todos los nodos se han devuelto sus sondas que van hacia el este y que van hacia el oeste. La tabla de configuración puede tener un formato que comprende los campos de información, originador, nodos de respuesta, egreso, modo sugerido y encaminamiento sugerido. El

campo originador puede contener el identificador del nodo originador, el campo nodos de respuesta puede contener los identificadores de nodo de todos los nodos que responden con información de descubrimiento de topología de red, el campo egreso puede contener la información de si el nodo en cuestión puede tener acceso a una red de comunicación principal, el campo modo sugerido puede contener el modo propuesto basándose en la información de descubrimiento de topología de red y el campo encaminamiento sugerido puede contener información de datos de reenvío.

La tabla 701 de la figura 7 muestra la configuración para el nodo a, que comprende los nodos a, b, c, d y e correspondientes, el egreso establecido en no para los nodos a, b, c, d y establecido en sí para el nodo e. El nodo a puede configurar el modo (7100) sugerido en cadena margarita y según el encaminamiento (7010) sugerido configurado para el nodo a, el nodo a puede reenviar datos al nodo b, después el nodo b al nodo c, después el nodo c al nodo d y después el nodo d al nodo e. El nodo e puede ser el nodo de egreso a la red de comunicación principal de esta cadena.

La tabla 702 de la figura 7 muestra la configuración para el nodo b, que comprende los nodos a, b, c, d y e correspondientes, el egreso establecido en no para los nodos a, b, c, d y establecido en sí para el nodo e. El nodo b puede configurar el modo sugerido propuesto en la cadena margarita y el nodo a puede reenviar datos del nodo b al nodo c, después al nodo d y después al nodo e, según el encaminamiento sugerido de la tabla 702. El nodo e puede ser el nodo de egreso a la red de comunicación principal de esta cadena.

En la tabla de configuración no están ilustrados los nodos c, d y e pero la tabla de configuración puede comprender un formato e información similares.

Cuando todos los nodos tengan el mismo orden de nodos de respuesta, cada nodo puede determinar su posición y encaminar el siguiente egreso. Cada nodo puede averiguar de la fase de descubrimiento de topología de red que es una cadena posterior y, por tanto, cada nodo puede sugerir un modo en cadena margarita.

La figura 8 muestra otra realización a modo de ejemplo de una propuesta de modo de topología de red que puede configurarse para una configuración de anillo tal como se muestra en la presente invención al final del procedimiento de descubrimiento. Esta realización a modo de ejemplo es similar a la de la figura 7. La diferencia en este caso es que cada nodo tiene dos nodos adyacentes ya que no hay ningún nodo de borde. Para este caso, los nodos pueden enviar la sonda de vuelta al originador una vez que observan que su nodo adyacente objetivo ya ha llenado el campo de información de la sonda de descubrimiento. En este caso particular, cada nodo puede elegir entre dos encaminamientos, en sentido horario y en sentido antihorario y ventajosamente la trayectoria más corta para el nodo de egreso como trayectoria por defecto y la otra como trayectoria flexible.

La tabla 801 de la figura 8 muestra la configuración para el nodo a, que comprende los nodos a, b, c, d y e de respuesta, el egreso establecido en no para los nodos a, b, c, d y establecido en sí para el nodo e. El nodo a puede configurar el modo (8100) sugerido propuesto en el anillo y según el encaminamiento (8010) sugerido, el nodo a puede reenviar datos al nodo e y el nodo e puede ser el nodo de egreso en la red de comunicación principal. El campo encaminamiento 8011 alternativo puede proporcionar la trayectoria flexible en caso de fallo. Para este caso, el encaminamiento alternativo puede reenviar datos del nodo a al nodo b, después al nodo c, después al nodo d y después al nodo e. El nodo e puede ser el nodo de egreso en la red de comunicación principal de esta cadena.

La tabla 802 de la figura 8 muestra la configuración para el nodo b, que comprende los nodos a, b, c, d y e de respuesta, el egreso establecido en no para los nodos a, b, c, d y establecido en sí para el nodo e. El nodo b puede configurar el modo (8200) sugerido propuesto en el anillo, y según el encaminamiento (8020) sugerido, el nodo b puede reenviar datos al nodo a, y después al nodo e de egreso. El campo encaminamiento 8021 alternativo puede proporcionar la trayectoria flexible en caso de fallo. Para este caso, el encaminamiento alternativo puede reenviar datos del nodo b al nodo c, después al nodo d y después al nodo e. El nodo e puede ser el nodo de egreso a la red de comunicación principal de esta cadena.

La figura 9 muestra una realización a modo de ejemplo de una sonda de descubrimiento que puede tener el formato para una red de comunicación completamente desordenada tal como se muestra en la presente invención durante la fase de iniciación de descubrimiento de topología de red.

Esto es similar para la figura 6, cada nodo puede enviar sondas de descubrimiento pero también será el receptor de sondas de descubrimiento de nodos adicionales. Si es un nodo receptor, puede llenar la información solicitada y reenviar la sonda a los otros nodos adyacentes pero no de vuelta al nodo que ha enviado esta sonda. Si el nodo tiene más de dos nodos adyacentes ya no puede reenviar la sonda sino enviarla de vuelta al originador, suponiendo que está en una malla completamente desordenada y configurada, es el mejor modo adecuado. Si tiene sólo un nodo adyacente, supondrá que es un nodo de borde. Cuando tiene dos nodos adyacentes enviará las sondas de descubrimiento a ambos para derivar su situación de nodo adyacente. Después de un tiempo, cada nodo recibirá de vuelta las sondas de descubrimiento de sus vecinos oriental y occidental con todos los datos solicitados llenados.

En una solución a modo de ejemplo adicional de la invención, el nodo puede clasificar sus nodos adyacentes según la relación de señal a ruido (S/I) en "vecinos de clase 1" de clase 1 y "vecinos de clase 2" de nodos adyacentes de clase 2. Si el nodo tiene más de dos nodos adyacentes de clase 1 ya no puede reenviar la sonda sino enviarla de

vuelta al originador, suponiendo que está en una malla completamente desordenada y configurada, es el mejor modo adecuado. Cuando tiene dos nodos adyacentes de clase 1 puede enviar sondas a ambos para derivar la situación de nodo adyacente. Después de un tiempo, cada nodo puede recibir de vuelta las sondas de sus vecinos oriental y occidental con todos los datos solicitados llenados.

5 La realización a modo de ejemplo de una sonda puede tener un formato que comprende los campos de información originador, dirección, "Yo soy", egreso, "vecinos de clase 1" y "vecinos de clase 2". El campo originador puede contener el identificador del nodo originador, el campo dirección puede contener la dirección a la que puede enviarse la sonda de descubrimiento (este, oeste), el campo "Yo soy" puede contener el identificador de nodo que llena su información de nodo adyacente, el campo egreso puede contener la información de si el nodo en cuestión tiene acceso a una red de comunicación principal, el campo "vecinos de clase 1" puede contener los identificadores de todos los nodos adyacentes que tienen una conexión que realiza al menos determinados criterios de calidad y el campo "vecinos de clase 2" puede contener los identificadores de todos los nodos adyacentes que tienen una conectividad que no cumple con determinados criterios de calidad.

15 La tabla 901 de la figura 9 muestra que un nodo a puede ser el originador y no es necesario que envíe ninguna sonda de descubrimiento puesto que puede haber cuatro nodos adyacentes, nodo b, nodo c, nodo d y nodo e.

Las tablas 902 y 903 de la figura 9 muestran que un nodo b puede ser el originador y puede enviar una sonda de descubrimiento puesto que puede haber dos nodos adyacentes, el nodo a y el nodo c.

20 El nodo b originador puede añadir su información 9000 de nodo adyacente a la sonda de descubrimiento. La información 9000 de nodo adyacente puede comprender configurar el campo "Yo soy" a b, el campo egreso a no, el campo "vecinos de clase 1" a a y c, y el campo "vecinos de clase 2" a d. Por tanto, el nodo b puede tener el nodo a y el nodo c como vecinos de clase 1, puede no tener ningún egreso a la red de comunicación principal, y puede tener el nodo d como "vecinos de clase 2" adyacentes. Después, el nodo b puede difundir las sondas de descubrimiento a sus nodos adyacentes, que van hacia el oeste al nodo a, y que van hacia el este al nodo c.

25 El nodo c que va hacia el este puede añadir su información 9020 de nodo adyacente a la sonda 902 de descubrimiento. La información 9020 de nodo adyacente puede comprender configurar el campo "Yo soy" a c, el campo egreso a no, el campo "vecinos de clase 1" a b y a y el campo "vecinos de clase 2" a d y e. Después, el nodo c puede enviar las sondas de descubrimiento al nodo a. El nodo a puede configurar el campo "Yo soy" a a, el campo egreso a no, el campo "vecinos de clase 1" a b, c, d, e y no es necesario que ninguna entrada al campo "vecinos de clase 2" como nodo a tenga un nodo adyacente de "vecinos de clase 2". Después, el nodo a puede enviar las sondas de descubrimiento de vuelta al nodo b originador puesto que el nodo a puede tener más de dos nodos adyacentes como nodos adyacentes de clase 1.

30 El nodo a que va hacia el oeste puede añadir su información 9030 de nodo adyacente a la sonda 903 de descubrimiento. La información 9030 de nodo adyacente puede comprender configurar el campo "Yo soy" a a, el campo egreso a no, el campo "vecinos de clase 1" a b, c, d, e y no es necesario que ninguna entrada al campo "vecinos de clase 2" como nodo a tenga un nodo adyacente de "vecinos de clase 2". Después, el nodo a puede enviar las sondas de descubrimiento de vuelta al nodo b originador puesto que el nodo c puede tener más de dos nodos adyacentes de clase 1.

35 La figura 10 muestra otra realización a modo de ejemplo de una propuesta de modo de topología de red que puede configurarse para una configuración de malla tal como se muestra en la presente invención al final del procedimiento de detección de topología de red.

40 La tabla de configuración puede tener un formato que comprende los campos de información, originador, nodos de respuesta, egreso, modo sugerido y motivo. El campo originador puede contener el identificador del nodo originador, el campo nodos de respuesta puede contener los identificadores de nodo de todos los nodos que responden con información de descubrimiento de topología de red, el campo egreso puede contener la información de si el nodo en cuestión puede tener acceso a una red de comunicación principal, el campo modo sugerido puede contener el modo propuesto basándose en la información de detección de topología de red y el campo motivo puede contener el motivo para la decisión del modo sugerido.

45 La tabla 1001 de la figura 10 muestra la configuración para el nodo a, que comprende los nodos a de respuesta, y el egreso establecido en no. El nodo a configura el modo (10100) sugerido propuesto en la malla debido al motivo, el nodo a tiene demasiados vecinos de clase 1.

La tabla 1002 de la figura 10 muestra la configuración para el nodo b, que comprende los nodos b, c y a de respuesta, el egreso establecido en no para los nodos b, c y a. El nodo a configura el modo (10200) sugerido propuesto en la malla debido al motivo, el nodo a tiene demasiados vecinos de clase 1.

55 La figura 11 muestra otra realización a modo de ejemplo de una matriz de decisión que puede usarse para la decisión de topología resultante tal como se muestra en la presente invención. Esta fase puede suceder después de todos o al menos partes de los nodos que pueden haber enviado sus propuestas a nodos adicionales que llenaron su sonda de descubrimiento. Por tanto, todos los nodos o partes de los mismos pueden tener propuestas de

topología de red de partes de los nodos o todos los nodos implicados.

Antes de que pueda suceder una conmutación autónoma al modo de topología de red apropiado, puede realizarse la decisión de topología de red resultante que es la única.

5 En esta realización a modo de ejemplo, hay tres posibles modos de topología de red a qué conmutar, modo en malla, modo en cadena margarita modo o modo en anillo. Estos modos pueden clasificarse de la siguiente manera, alto para el modo en anillo, medio para el modo en cadena margarita y bajo para el modo en malla.

Puesto que cada nodo puede tener las propuestas de topología de red de partes o el resto de los nodos implicados disponibles, cada nodo puede realizar una clasificación por sí mismo sin comunicarse además con otros aplicando la regla de clasificación.

10 En la tabla 1101 de la figura 11, todos los nodos, nodo a, b, c, d y e, proponen el modo de topología de red en cadena margarita, para que el modo (11100) resultante sea una topología de red en cadena margarita y cada nodo puede conmutar a este modo de topología de red resultante.

15 En la tabla 1102 de la figura 11, los nodos, nodo b, c, d y e proponen un modo de topología de red en cadena (11202) margarita, pero el nodo a propone un modo de topología de red en malla (11201), por lo que el modo (11200) resultante es un modo de topología de red en malla puesto que la malla tiene una clasificación inferior y cada nodo en cuestión puede conmutar a este modo de topología de red.

20 En la tabla 1103 de la figura 11, los nodos, nodo b, c y d, proponen un modo de topología de red en anillo, pero los nodos a y e proponen un modo de topología de red en cadena margarita, por lo que el modo (11300) resultante pueda calcularse como modo de topología de red en cadena margarita puesto que la cadena margarita puede tener una clasificación inferior y cada nodo en cuestión puede conmutar a este modo de topología de red.

La figura 12 muestra una realización a modo de ejemplo de la presente invención, que comprende una operación específica de una configuración de cadena margarita en la que pueden saltarse los nodos vecinos directos cuando se reenvían datos. Los nodos a a h pueden estar ordenados en cadena margarita y el tráfico puede reenviarse sólo a lo largo de la cadena.

25 Las líneas longitudinales conectan los nodos adyacentes siguientes de la cadena, saltan esos nodos, que pueden ser adyacentes directamente entre sí. Como ejemplo, el nodo a salta el nodo b cuando reenvía los datos al nodo c aunque el nodo b sea un vecino directo del nodo a. Puesto que los nodos adyacentes pueden clasificarse en términos de calidad, en el ejemplo de la figura 12 el nodo a puede conectarse a los nodos c con una relación de señal a ruido (S/I) más pobre que al nodo b que es el vecino directo. En un modo de operación normal, se emplea una reutilización de frecuencia de tres para evitar interferencia. Por tanto, en la secuencia 1200 de la figura 12, el nodo a usa una portadora c1 de radio que reenvía datos al nodo c, el nodo c puede usar una portadora c2 de radio con respecto al nodo e y el nodo e puede usar una portadora c3 de radio con respecto al nodo g antes de que se use de nuevo la portadora de radio en esta cadena. Los nodos saltados pueden usar la portadora de radio a través de la secuencia de portadora de radio para evitar interferencia. Por tanto, el nodo b puede usar una portadora c3 de radio con respecto al nodo d, el nodo d puede usar una portadora c1 de radio con respecto al nodo f y el nodo f puede usar una portadora c2 de radio con respecto al nodo h.

30

35

La figura 13 muestra una realización a modo de ejemplo de la presente invención, en la que los nodos descubren la ruptura de un nodo vecino directo. En este escenario, el nodo d puede fallar en la operación. Los nodos c y e vecinos directos pueden descubrir la ruptura y ayudar al reenvío de datos de los nodos b y f afectados.

40 La figura 14 muestra una realización a modo de ejemplo de la presente invención, que comprende un modo de flexibilidad transparente y el manejo correspondiente de una conmutación por error. Cuando el nodo d falla, uno de los nodos, c o e, puede detectar el enlace roto, a modo de ejemplo al dejar de recibir señales de d. En la figura 14, el nodo c detecta el enlace que falla 1401 del nodo d. Informa al nodo e de su sospecha enviando el mensaje M100 que comprende la información del nodo d que ha fallado y una indicación acerca de su capacidad de manejo transparente y modos de flexibilidad no transparentes. A modo de ejemplo, el nodo c puede tener hasta tres cabeceras de radio que manejan hasta tres portadoras en paralelo. A la recepción de este mensaje de orden, el nodo e puede buscar el nodo d, puede detectar la detección 1402 de fallo de enlace del nodo d y puede acusar recibo de su falta de disponibilidad enviando el mensaje M200 que comprende la información del enlace que falla del nodo d, y la sugerencia que usa un modo flexible transparente. El nodo c puede confirmar el modo sugerido enviando el mensaje M300 que comprende la confirmación de usar el modo flexible transparente. Después, el nodo c, así como el nodo e, puede conmutar a un modo de flexibilidad transparente y puede establecer la transmisión 1403 transparente. El comportamiento de los nodos b y f adyacentes afectados puede ser transparente con respecto al nodo d como antes cuando los nodos c y e han adoptado el papel de d.

45

50

55 La figura 15 muestra una realización a modo de ejemplo de la presente invención, que comprende un modo de flexibilidad no transparente y el manejo correspondiente de una conmutación por error. Cuando el nodo d falla, uno de los nodos, c o e, puede detectar el enlace roto, a modo de ejemplo al dejar de recibir señales de d. En la figura 15, el nodo c detecta el fallo 1501 de nodo d. Informa al nodo e de su sospecha enviando el mensaje M100 que

comprende la información del nodo d que ha fallado y una indicación acerca de su capacidad de manejo transparente y modos de flexibilidad no transparentes. A modo de ejemplo, el nodo c puede tener hasta tres cabeceras de radio que manejan hasta tres portadoras en paralelo. A la recepción de este mensaje de orden, el nodo e puede buscar el nodo d, puede detectar el fallo 1502 de enlace del nodo d y puede acusar recibo de su falta de disponibilidad enviando el mensaje M200 que comprende la información de fallo de enlace al nodo d, y la sugerencia de usar un modo flexible transparente. El nodo c puede confirmar el modo sugerido enviando el mensaje M300 que comprende la confirmación de usar el modo flexible no transparente. Después, el nodo c puede enviar un mensaje M400 así como el nodo e puede enviar un mensaje M500 que indica que puede establecerse una transmisión no transparente a sus nodos adyacentes, el nodo b y el nodo f, respectivamente. El nodo b y el nodo f pueden conmutar a un modo de flexibilidad no transparente y pueden establecer una transmisión 1503 no transparente.

Mediante el uso de estos métodos de flexibilidad, el sistema puede operar de una manera beneficiosa, con un rendimiento global máximo a lo largo de la cadena margarita porque la ventaja de punto a punto puede usarse en portadoras dedicadas, flexibilidad garantizada incluso si los nodos difieren en términos de capacidades de recursos de radio y la red de telecomunicación puede operar con una única portadora así como nodos multiportadora.

Esta solución puede adaptarse de una manera beneficiosa para soluciones de WiFi existentes ya que los puntos de acceso convencionales pueden ejecutar hasta 3 portadoras, puede llevarse a cabo el manejo de identidad (SSID), puede sustituirse un punto de acceso por otro adoptando el papel de otro sin ningún flujo de mensaje de control adicional, muy económico especialmente cuando se opera en una banda sin licencia, y no es necesaria una sincronización (CSMA/CA). El método inventado puede aplicarse a cualquier interfaz aérea existente, con licencia o sin licencia.

REIVINDICACIONES

1. Método para detectar y emplear tipos (4001, 4002, 4003) de topología de red en redes de telecomunicación que tienen una pluralidad de nodos (a, b, c, d, e), comprendiendo dicho método las etapas de:
 - 5 difundir, por parte de un nodo (b) iniciador, un mensaje (M1) de descubrimiento a nodos (a, c) adyacentes,
 - recibir, por parte de dicho nodo (b) iniciador de al menos un nodo (a, c, d, e) adicional, resultados (611, 612) de la respuesta (M3, M11) de mensaje de descubrimiento,
 - caracterizado por
 - 10 determinar, por parte de dicho nodo iniciador, un tipo (7100, 7200, 8100, 8200) de operación de topología de red propuesto adecuado para operar la red según los análisis de dicho nodo iniciador,
 - enviar, por parte de dicho nodo (b) iniciador a al menos uno de dichos nodos (a, c, d, e) adicionales, un primer mensaje (M5) de información que comprende dicho tipo (7100, 7200, 8100, 8200) de operación de topología de red propuesto,
 - 15 recibir, por parte de dicho nodo (b) iniciador, un segundo mensaje (M20) de información que comprende un tipo (7100, 7200, 8100, 8200) de operación de topología de red propuesto adicional de al menos uno de dichos nodos (a, c, d, e) adicionales, y
 - conmutar, por parte de dicho nodo (b) iniciador, a un tipo (11100, 11200, 11300) de operación de topología de red resultante dependiendo de dicho tipo (7100, 7200, 8100, 8200) de topología de red propuesto, y dichos tipos (7100, 7200, 8100, 8200) de topología de red propuestos adicionales de dicha segunda información (1001, 1002).
 - 20
2. Método según la reivindicación 1, comprendiendo además dicho método:
 - 25 clasificar los tipos (11201, 11202, 11203) de topología de red proporcionados aplicando una regla de clasificación y dicho tipo (11100, 11200, 11300) de operación de topología de red resultante es el tipo de topología de red menos clasificado si uno o más de dicho tipo (701, 702, 801, 802) de topología de red propuesto adicional difiere de dicho tipo (7100, 7200, 8100, 8200) de topología de red propuesto,
 - en el que el tipo de topología menos clasificado es adecuado para la operación para cada nodo implicado.
3. Método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que dicho tipo (11100, 11200, 11300) de operación de topología de red resultante es un tipo (11100) de cadena margarita y los nodos (a, b, c, d, e, f, g, h) que tienen la capacidad de usar al menos dos portadoras (c1, c2, c3) de radio diferentes.
- 30 4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo además dicho método las etapas de:
 - analizar, por parte del nodo (b) iniciador, dichos resultados (611, 612) de dicha respuesta (M3, M11) de mensaje de descubrimiento recibida de al menos uno de dichos nodos (a, e) adicionales, y
 - determinar dicho tipo (7100, 7200, 8100, 8200) de operación de topología de red propuesto.
- 35 5. Método según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo además dicho método las etapas de:
 - recibir, por parte de dicho nodo (a, c, d, e) adicional, un mensaje (M1, M7, M8) de descubrimiento de dichos nodos (b, c, d) adyacentes,
 - analizar, por parte de dicho nodo (a, c, d, e) adicional, la calidad de su conexión a nodos (a, b, c, d, e, f) adyacentes, y depender del resultado del análisis, difundir, por parte de dicho nodo (a, c, d, e) adicional, un mensaje (M7, M8) de descubrimiento a sus nodos (d, e) adyacentes, o enviar, por parte de dicho nodo (a, c, d, e) adicional, dicha respuesta (M3, M11) de mensaje de descubrimiento a dicho nodo (b) iniciador.
 - 40
6. Método según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo además dicho método: añadir, por parte de dicho nodo (a, c, d, e) adicional, información (6020) acerca de la conectividad a sus nodos adyacentes a dicha respuesta (M3, M11) de mensaje de descubrimiento.
- 45 7. Método según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo además dicho método:
 - tener exactamente, por parte de dicho nodo adicional, un nodo (a, e) adyacente,
 - enviar, por parte de dicho nodo adicional, dicha respuesta (M3, M11) de mensaje de descubrimiento a dicho nodo (b) iniciador.

8. Método según la reivindicación 3, comprendiendo además dicho método las etapas de:
- tener, por parte de dicho nodo (b) iniciador, un primer dicho nodo (a) adyacente, un segundo dicho nodo (c) adyacente, un primer dicho nodo (d) adicional y un segundo dicho nodo (e) adicional, la capacidad de usar al menos dos portadoras (c1, c2, c3) de radio diferentes,
- 5 estar, dicho nodo (b) iniciador, adyacente a dicho primer nodo (a) adyacente y a dicho segundo nodo (c) adyacente,
- estar, dicho primer nodo (d) adicional, adyacente a dicho segundo nodo (c) adyacente y dicho segundo nodo (e) adicional,
- 10 reenviar, por parte de dicho segundo nodo (c) adyacente, datos directamente a dicho primer nodo (a) adyacente usando una primera portadora (c1) de radio,
- reenviar, por parte de dicho segundo nodo (e) adicional, datos directamente a dicho segundo nodo (c) adyacente usando una segunda portadora (c2) de radio y
- reenviar, por parte de dicho nodo (b) iniciador, datos directamente a dicho primer nodo (d) adicional usando una tercera portadora (c3) de radio adyacente.
- 15 9. Método según la reivindicación 8, en el que el método comprende además las etapas de:
- negociar qué portadora (c1, c2, c3) se usa para reenviar los datos entre dicho primer nodo (a) adyacente y dicho segundo nodo (c) adyacente, y
- negociar qué portadora (c1, c2, c3) se usa para reenviar los datos entre dicho segundo nodo (c) adyacente y dicho segundo nodo (e) adicional, y
- 20 negociar qué portadora (c1, c2, c3) se usa para reenviar los datos entre dicho nodo (b) iniciador y dicho primer nodo (c) adicional.
10. Método según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que dicho segundo nodo (c) adyacente comprende además las etapas de:
- detectar un fallo (1401, 1501) de enlace en dicho primer nodo (d) adicional,
- 25 enviar un mensaje (M100) de detección de fallo de enlace a dicho segundo nodo (e) adicional,
- recibir un mensaje (M200) de acuse de recibo con respecto a dicho mensaje (M100) de detección de fallo de enlace, estableciendo una transmisión (1403) transparente a dicho segundo nodo (e) adicional en el que dicho segundo nodo (c) adyacente conmuta a un modo de transmisión transparente en el que dicha conmutación tiene lugar recibiendo tráfico de dicho nodo (b) iniciador en dicha tercera portadora (c3) de radio y reenviando el tráfico de dicho nodo (b) iniciador a dicho segundo nodo (e) adicional.
- 30 11. Método según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que dicho segundo nodo (c) adyacente comprende además las etapas de:
- detectar un fallo (1501) de enlace a dicho primer nodo (d) adicional,
- enviar una detección (M100) de fallo de enlace a dicho segundo nodo (e) adicional, y
- 35 recibir un mensaje (M200) de acuse de recibo con respecto al mensaje (M100) de detección de fallo de enlace de dicho segundo nodo (e) adicional
- establecer un modo (1503) de transmisión no transparente en el que dicho segundo nodo (c) adyacente conmuta a modo (1503) de transmisión no transparente en el que dichas conmutaciones tienen lugar enviando un mensaje (M400) a un nodo (b) iniciador.
- 40 12. Aparato que tiene medios adaptados para conmutar a un tipo de operación de topología de red apropiado caracterizado por
- estar dispuesto para enviar a al menos un nodo (a, c) adicional un mensaje (M1, M2) que comprende una petición de descubrimiento (601),
- 45 estar dispuesto para recibir de al menos un nodo (a, c, d, e) adicional resultados (611, 612) de la respuesta (M3, M11) de mensaje de descubrimiento,
- caracterizado por

estar dispuesto para determinar un tipo (7100, 7200, 8100, 8200) de operación de topología de red propuesto adecuado para operar la red según los análisis de dicho nodo iniciador,

estar dispuesto para enviar a un nodo (a, c) adicional un mensaje (M5) que comprende dicho tipo (702) de operación de topología de red propuesto,

5 estar dispuesto para recibir un segundo mensaje (M20) de información que comprende un tipo (7100, 7200, 8100, 8200) de operación de topología de red propuesto adicional de al menos uno de dichos nodos (a, c, d, e) adicionales, y

10 estar dispuesto para conmutar a dicho tipo de operación de topología de red apropiado dependiendo de dicho tipo (7100, 7200, 8100, 8200) de topología de red propuesto, y dichos tipos (7100, 7200, 8100, 8200) de topología de red propuestos adicionales de dicha segunda información (1001, 1002).

13. Aparato según la reivindicación 12, en el que dicho aparato es un aparato (1200, 4001, 4002, 4003) de red en una red de telecomunicación.

14. Aparato según la reivindicación 12 ó 13, en el que dicho aparato es un nodo (a, b, c, d, e).

FIG. 1

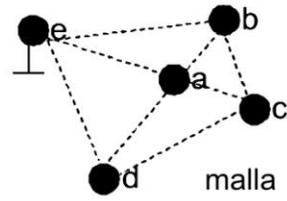
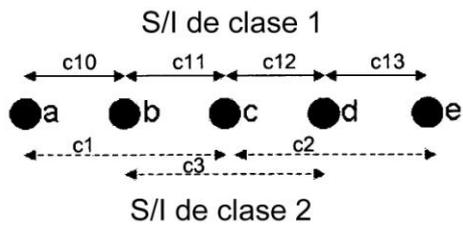


FIG. 2



FIG. 3



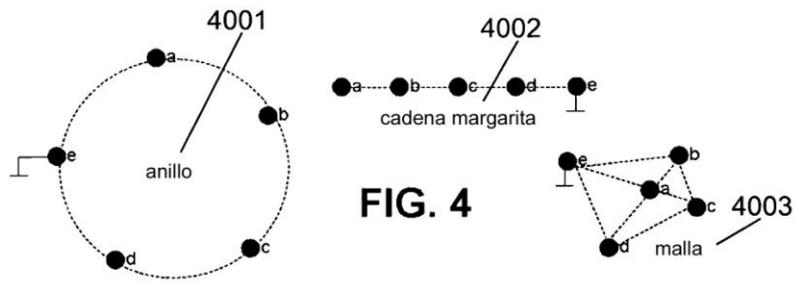


FIG. 5

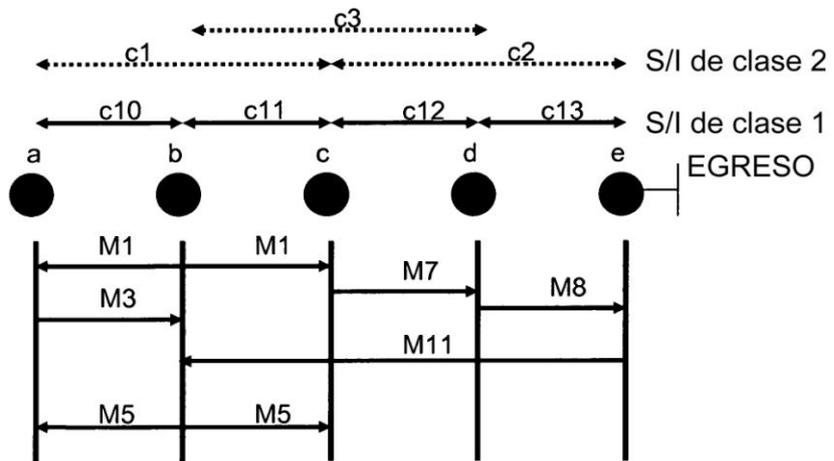
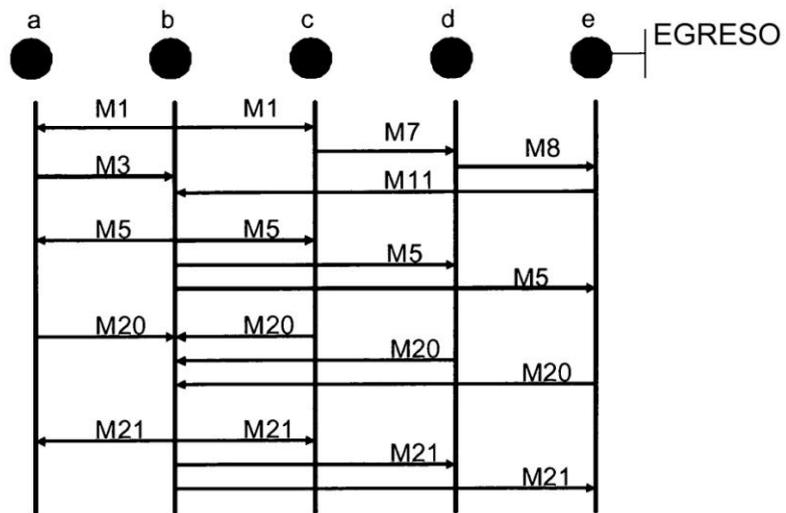


FIG. 5a



601

originador		b	dirección		este
Yo soy	b	-	-	-	-
egreso	no	-	-	-	-
vecinos de clase 1	a, c	-	-	-	-
vecinos de clase 2	d	-	-	-	-

602Q

602

originador		b	c	dirección		este
Yo soy	b	c	-	-	-	
egreso	no	no	-	-	-	
vecinos de clase 1	a, c	b, d	-	-	-	
vecinos de clase 2	d	a, e	-	-	-	

611

originador		b	c	d	e	este
Yo soy	b	c	d	e	-	
egreso	no	no	no	si	-	
vecinos de clase 1	a, c	b, d	c, e	d	-	
vecinos de clase 2	d	a, e	a	c	-	

FIG. 6

612

originador		b	dirección		oeste
Yo soy	b	a	-	-	-
egreso	no	no	-	-	-
vecinos de clase 1	a, c	b	-	-	-
vecinos de clase 2	d	c	-	-	-

620

originador		a	dirección			este
Yo soy	a	b	c	d	e	
egreso	no	no	no	no	si	
vecinos de clase 1	b	a, c	b, d	c, e	d	
vecinos de clase 2	c	d	a, e	b	c	

	originador	a				
	nodos de respuesta	a	b	c	d	e
	egreso	no	no	no	no	si
7100	modo sugerido	cadena margarita				
7010	encaminamiento sugerido	a	b	c	d	e

FIG. 7

	originador	a				
	nodos de respuesta	a	b	c	d	e
	egreso	no	no	no	no	si
7200	modo sugerido	cadena margarita				
	encaminamiento sugerido	b	c	d	e	

	originador	a				
	nodos de respuesta	a	b	c	d	e
	egreso	no	no	no	no	si
8100	modo sugerido	anillo				
8010	encaminamiento sugerido	a	e	-	-	-
8011	encaminamiento alternativo	a	b	c	d	e

FIG. 8

	originador	b				
	nodos de respuesta	a	b	c	d	e
	egreso	no	no	no	no	si
8200	modo sugerido	anillo				
8020	encaminamiento sugerido	b	a	e	-	-
8021	encaminamiento alternativo	b	c	d	e	-

originador	a	dirección	oeste	
Yo soy	a			
egreso	no			
vecinos de clase 1	b, c, d, e			
vecinos de clase 2	-			

FIG. 9

originador	9000	9020	b	dirección	este	
Yo soy	b	c	a	-	-	-
egreso	no	no	no	-	-	-
vecinos de clase 1	a, c	b, a	b, d, e	-	-	-
vecinos de clase 2	d	a, e	-	-	-	-

originador	9000	9030	b	dirección	oeste	
Yo soy	b	a	-	-	-	-
egreso	no	no	-	-	-	-
vecinos de clase 1	a, c	b, c, d, e	-	-	-	-
vecinos de clase 2	d	-	-	-	-	-

originador	a				
10100 nodos de respuesta	a	-	-	-	-
egreso	no	-	-	-	-
modo sugerido	malla				
motivo	a tiene demasiados vecinos de clase 1				

FIG. 10

originador	b				
10200 nodos de respuesta	b	c	a	-	-
egreso	no	no	no	-	-
modo sugerido	malla				
motivo	a tiene demasiados vecinos de clase 1				

1101						
11100	nodos detectados	a	b	c	d	e
	malla					
	cadena margarita	x	x	x	x	x
	anillo					
	modo resultante	cadena margarita				

FIG. 11

1102									
11201	11202	11203	11200	nodos detectados	a	b	c	d	e
				malla	x				
				cadena margarita		x	x	x	x
				anillo					
				modo resultante	malla				

1103						
11300	nodos detectados	a	b	c	d	e
	malla					
	cadena margarita	x				x
	anillo		x	x	x	
	modo resultante	cadena margarita				

FIG. 12

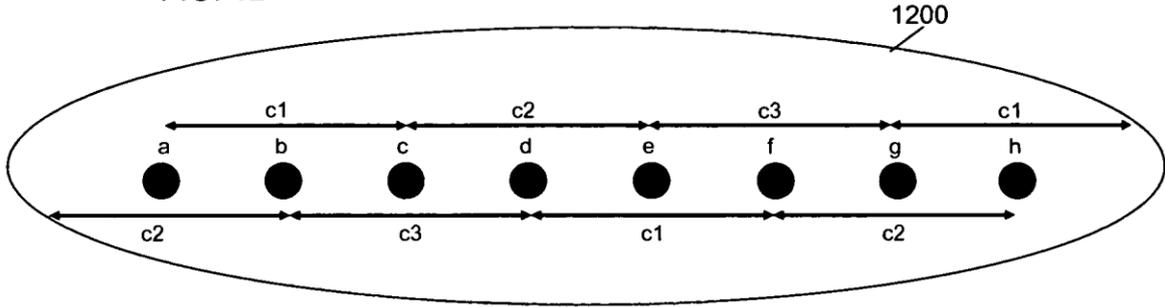
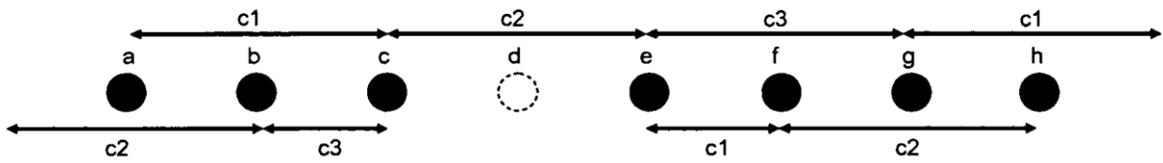


FIG. 13



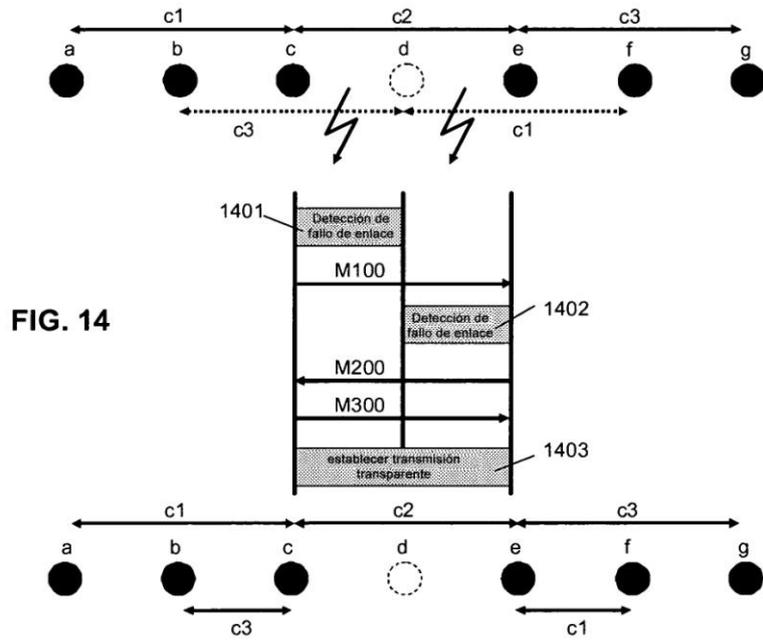


FIG. 14

