

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 834**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/703** (2013.01)  
**H04L 12/709** (2013.01)  
**H04L 1/22** (2006.01)  
**H04L 12/70** (2013.01)  
**H04L 12/735** (2013.01)  
**H04L 12/46** (2006.01)  
**H04L 12/707** (2013.01)  
**H04L 12/803** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2012 E 12755984 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.11.2014 EP 2695340**

54 Título: **Método y sistema de comunicaciones de empresa de servicios**

30 Prioridad:

**30.08.2011 EP 11179342**

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

**30.01.2015**

73 Titular/es:

**ABB TECHNOLOGY AG (100.0%)  
Affolternstrasse 44  
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**CACHIN, DOMINIQUE;  
KRANICH, MATHIAS y  
LEEB, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 527 834 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 y sistema de comunicaciones de empresa de servicios

### 5 **Campo de la invención**

La invención se refiere al campo de la comunicación de empresas de servicios, en particular a la comunicación de área ancha por redes de comunicaciones con topología en malla y alta disponibilidad.

### 10 **Antecedentes de la invención**

Las empresas de servicios suministran agua, gas o energía eléctrica de forma continua y mediante adecuados sistemas de transmisión y distribución. Estos últimos incluyen lugares, tales como fuentes y subestaciones, que han de ser coordinadas de una forma u otra a través de distancias de cientos de kilómetros. Dentro de sus sistemas de comunicaciones de empresas de servicios, se intercambia una variedad de mensajes por enlaces de comunicación a larga distancia entre lugares distantes de la empresa de servicios con el fin de transmitir y distribuir de forma segura agua, gas o energía eléctrica.

Para transmitir mensajes con seguridad largas distancias de un lugar a otro, la empresa de servicios puede revertir a una red de comunicaciones de área ancha (WAN). En la presente contexto, una WAN puede ser un enlace de comunicación punto a punto dedicado entre dos lugares en base, por ejemplo, a fibra óptica o hilos piloto, una red de comunicaciones orientada a conexión con una tasa de datos garantizada tal como Ethernet por SDH/HDLC, o una red de comunicaciones orientada a paquetes que interconecta un número de lugares de la empresa de servicios, e incluyendo una pluralidad de elementos de red específicos tal como conmutadores, repetidores y posiblemente medios ópticos de transmisión en la capa física.

Las compañías eléctricas dependen a menudo de redes SDH (jerarquía digital síncrona) orientadas a conexión o de circuitos conmutados o SONET para comunicación de datos de operación críticos para la misión como señales de teleprotección o datos de control y supervisión SCADA. Esta tecnología incluye calidad de servicio demostrada y resiliencia de ruta de menos de 50 ms en caso de fallo de un enlace óptico. Además, es posible predefinir la ruta de datos que un servicio de comunicación concreto seguirá dentro de la red, lo que a continuación se denomina 'ingeniería de tráfico'.

La figura 1 ilustra una red de comunicaciones ejemplar con una topología o estructura en malla como la que se encuentra a menudo en redes de empresas de servicios, en las que nodos 1 a 5 y enlaces a a g forman una pluralidad de bucles. Cada nodo está conectado a al menos dos nodos contiguos de la red en malla así como a dispositivos de cliente o extremo (no ilustrados) que ejecutan aplicaciones de empresas de servicios que comunican por la red. Mientras que en esta topología la ruta de tráfico normal para datos entre nodo 1 y 3 es a través del enlace a-b, los sistemas SDH y SONET son capaces de conmutar este tráfico, por ejemplo, a enlaces c-g-f dentro de 50 ms en caso de un fallo de enlace de fibra en el enlace a. Un prerrequisito importante para habilitar esta conmutación de ruta es la ingeniería de tráfico, que permite al usuario predefinir la ruta de trabajo del servicio de comunicaciones, es decir, el enlace a-b, e igualmente predefinir la ruta de protección de estos servicios, es decir, los enlaces c-g-f, y configurar los nodos para manejar consiguientemente el tráfico.

Como alternativa a dicha red de comunicaciones orientada a conexión, la red de comunicaciones de área ancha (WAN) puede ser una red de comunicaciones de paquetes conmutados, tal como una red Ethernet (Capa-2 de la pila de comunicación OSI) red o una IP (Capa-3) con un número de conmutadores o routers interconectados como los nodos. En el contexto de la presente invención, se considera que la diferencia entre una red de área local (LAN) y una WAN reside en la extensión geográfica más bien que en la topología de red, limitándose la distancia internodal WAN superior a 10 km, en contraposición a las LANs, a instalaciones o subestaciones individuales de empresas de servicios.

En general, la tecnología de los sistemas de comunicaciones, dentro de cualquier red de área local (LAN) construida conectando una pluralidad de ordenadores u otros dispositivos inteligentes, un concepto llamado "LAN virtual" (VLAN) emplea funcionalidad para agrupar terminales o nodos que están conectados a conmutadores de la red. Las VLANs Ethernet según IEEE 802.1Q permiten restringir el acceso a los terminales conectados a una red Ethernet dentro de una VLAN así como restringir el flujo de datos de mensajes Ethernet multidifusión a partes predefinidas de la red Ethernet a la que están conectados terminales de recepción pertenecientes a la misma VLAN.

En el estado de la técnica, las definiciones de redes VLAN basadas en conmutación de Ethernet son manejadas dentro de los conmutadores de Ethernet; por lo tanto, estos últimos tienen que estar configurados o ser conscientes de otro modo de las VLANs relevantes. Además, se supone que cualquier terminal único conectado pertenece a una VLAN específica. Este terminal solamente puede comunicar entonces con otros terminales pertenecientes a la misma VLAN. Al configurar los conmutadores, el puerto a dicho terminal de conexión única se denomina por lo tanto puerto de acceso, y este puerto de acceso solamente puede pertenecer a una VLAN, mientras que los otros puertos internos al sistema de comunicación, llamados puertos troncales, pueden pertenecer a varias VLANs.

Un estándar recientemente introducido titulado Protocolo de Redundancia Paralela (PRP, IEC 62439-3 cláusula 4) proporciona redundancia continua y conmutación para sistemas de comunicaciones basados en Ethernet con dos redes Ethernet redundantes, es decir, completamente duplicadas. El tráfico Ethernet que entra en un nodo capaz de PRP es duplicado por este nodo y enviado a un nodo destino a través de las dos redes redundantes. El nodo destino deshace la redundancia aceptando el primero de los paquetes duplicados y desechando el paquete redundante que, en la operación normal, llega en un tiempo posterior. Duplicando el tráfico y enviándolo por dos redes distintas, el fallo de cualquier enlace de red en el sistema no interrumpe ni retarda el tráfico entre los nodos emisor y receptor.

Aunque PRP es una solución viable para LANs, la creación de redes de comunicaciones de empresas de servicios de área ancha plenamente redundantes con elementos de red adecuadamente duplicados no es una solución práctica ni económica. En concreto, donde la empresa de servicios ya posee y opera una red de comunicaciones con enlaces no redundantes, la posterior duplicación, por ejemplo, de enlaces de fibra óptica no es atractiva.

### Descripción de la invención

Por lo tanto, un objetivo de la invención es proporcionar la redundancia continua en redes de comunicaciones de área ancha sin una plena duplicación de la infraestructura de red. Este objetivo se logra con un método de configurar una red de comunicaciones, y por una red de comunicaciones de área ancha de paquetes conmutados según las reivindicaciones independientes. Realizaciones preferidas son evidentes a partir de las reivindicaciones de patente dependientes.

Según la invención, el Protocolo de Redundancia Paralela PRP (IEC 62439-3) se usa para duplicación de tráfico y el transporte redundante del tráfico duplicado en una sola red de comunicaciones de área ancha de paquetes conmutados incluyendo una pluralidad de nodos interconectados mediante enlaces internodales en una topología en malla. Implica el paso de identificar, entre un nodo de envío y recepción, dos rutas de comunicación distintas y completamente redundantes sin enlace o nodo en común excepto para el nodo de envío y recepción, así como el paso de configurar los nodos de envío y recepción para operar según el Protocolo de Redundancia Paralela PRP, siendo asignados dos puertos de comunicación distintos de ambos nodos de envío y recepción a las dos rutas de comunicación. En cualquier momento durante la operación regular, y para cualquier mensaje crítico a transmitir desde el nodo de envío al de recepción, entonces se generan dos paquetes redundantes, y cada uno de los paquetes redundantes es enviado mediante una de las dos rutas de comunicación.

En una realización ventajosa de la invención, se ejecuta un algoritmo de protocolo de árbol de expansión múltiple MSTP para un número de puentes raíz seleccionados de entre los nodos de la red de comunicaciones y distribuidos adecuadamente por la red. Para cada puente raíz, se retiene una instancia de un árbol de expansión. Se identifican dos instancias de árbol de expansión que incluyen dos rutas de comunicación distintas entre nodos de envío y recepción, y una primera y una segunda VLAN en base a las dos instancias de árbol de expansión están configuradas en la red de comunicaciones. Los nodos de envío y recepción son configuradas como nodos PRP, asignándose cada uno de dos puertos de comunicación redundantes a una de la primera y la segunda VLAN, y siendo etiquetado el tráfico duplicado con dos etiquetas VLAN diferentes.

En comparación con PRP estándar, la invención da lugar a una alta disponibilidad de la red de comunicaciones de área ancha sin incurrir en el costo de la duplicación de toda la red. Vista desde una perspectiva diferente y en comparación con SDH convencional, la conmutación continua según PRP reduce el tiempo de resiliencia de ruta, en caso de un fallo de un enlace óptico, a menos de 1 ms.

### Breve descripción de los dibujos

La materia de la invención se explicará con más detalle en el texto siguiente con referencia a realizaciones preferidas ejemplares que se ilustran en los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra una red de comunicaciones con una topología en malla.

La figura 2 ilustra la red con dos rutas redundantes A, B entre nodos 1 y 3.

Y la figura 3 ilustra la red con dos instancias MSTP que definen dos VLANs ejemplares.

### Descripción detallada de realizaciones preferidas

La figura 2 ilustra una red Ethernet de paquetes conmutados con la misma topología en malla que en la figura 1, y con tráfico Ethernet a transmitir desde un nodo emisor capaz de PRP 1 a un nodo receptor 3. Entre el nodo 1 y el nodo 3, una primera ruta (línea de trazos) mediante el nodo 2 se etiqueta A, mientras que una segunda ruta (línea de puntos) mediante los nodos 4 y 5 se etiqueta B. Las dos rutas son distintas, es decir, solamente tienen los nodos emisor/fuente y de recepción/destino en común, pero ninguno de los nodos intermedios o enlaces internodales.

Cada paquete es duplicado en el nodo emisor, donde un primer paquete es transmitido a lo largo de ruta A y un segundo paquete redundante es transmitido mediante la ruta B.

5 La información de ruta de comunicación correspondiente se anexa a los paquetes o distribuye a los nodos intermedios; en este último caso solamente una etiqueta de enrutamiento A, B tiene que ser anexada a los paquetes. En particular, la información acerca de las dos rutas de enrutamiento distintas A y B puede ser codificada como dos redes de área local virtuales distintas VLANs A y B. En este caso, los puertos de comunicación de los nodos de la red en malla están configurados de tal manera que entre los nodos 1 y 3, el primer mensaje sea etiquetado con un identificador de VLAN A y dirigido a través de enlaces a-b a lo largo de la ruta A, mientras que el  
10 segundo paquete es etiquetado con un identificador de VLAN B y dirigido a través de enlaces c-g-f a lo largo de la ruta B.

15 En redes más grandes, la identificación de rutas redundantes entre cualesquiera dos nodos y la asignación correspondiente de los puertos de los nodos intermedios a diferentes VLANs es una tarea lenta y propensa a fallos. Sin embargo, la identificación de rutas redundantes puede ser soportada usando el protocolo de árbol de expansión múltiple MSTP. Según el estándar IEEE 902.1Q, MSTP permite seleccionar hasta 64 puentes raíz, o nodos de origen, en una red, para cada uno de los cuales se genera una instancia de un árbol de expansión rápido. Cada árbol de expansión conecta el puente raíz a cualquier otro nodo de la red en malla de manera que se evite el bucle, donde las prioridades para nodos y enlaces pueden ser definidas para resolver ambigüedades. Cada una de estas  
20 instancias de árbol de expansión puede ser asignada luego a una o varias VLANs. Definir formalmente distintas VLANs en base a una instancia de árbol de expansión permite extender las VLANs más allá del nodo de envío y recepción de la red a distintos dispositivos de cliente o extremo conectados a los nodos.

25 La figura 3 ilustra una forma ejemplar de obtener información VLAN. En el diagrama de la izquierda, el nodo 2 ha sido seleccionado como puente raíz para una de las instancias MSTP. El árbol de expansión expandido por este puente raíz –siguiendo la ruta más corta entre el puente raíz y cada nodo– incluye enlaces a, b, d y e, pero bloquea los enlaces c, f y g con el fin de evitar bucles. Si se asigna VLAN A a la instancia MSTP expandida por el puente raíz en el nodo 2, el tráfico Ethernet duplicado y etiquetado a VLAN A usando el algoritmo PRP según la figura 2 sigue los enlaces deseados a-b entre los nodos 1 y 3.

30 En el diagrama de la derecha de la figura 3, definiendo el nodo 4 como puente raíz para una segunda instancia de un árbol de expansión y asignando VLAN B a la instancia MSTP expandida por este puente raíz, el tráfico Ethernet etiquetado a VLAN B seguirá los enlaces deseados c-g-f entre los nodos 1 y 3 en la red en malla. En este ejemplo, además de definir el puente raíz en el nodo 4, la prioridad de puente del nodo 5 se tiene que poner más alta que la prioridad de puente 2 con el fin de asegurar que el enlace b más bien que el enlace f sea bloqueado por el algoritmo de árbol de expansión. En la estructura VLAN resultante, algunos puertos de los nodos 2 y 4 son asignados a ambas  
35 VLANs A y B.

40 La configuración de los puentes raíz MSTP y la asignación de las VLANs a estos puentes raíz se puede hacer como parte de la configuración inicial/puesta en servicio de la red. Para ello, se propone distribuir los 64 puentes raíz posible de manera equidistante por toda la red, y asignar todas las 4096 VLANs uniformemente a los puentes raíz, por ejemplo, 64 VLANs a cada uno de los 64 puentes raíz. Una vez que la red esté operando, 64 instancias de árboles de expansión rápida son expandidas y definen las rutas diferentes a través de la red.

45 Al menos para cada par de nodos fuente y destino implicado por un servicio o funcionalidad de la empresa de servicios, herramientas apropiadas permiten supervisar y analizar las VLANs e identificar rutas redundantes entre dos nodos de interés. La comprobación propuesta de rutas redundantes puede ser algo elaborada y no se garantiza su éxito. Por ejemplo, entre los nodos 2 y 4, las VLANs A y B anteriores no son suficientes, puesto que implican el enlace d. Sin embargo, servirá de ayuda definir el nodo 5 como otro puente raíz.

50 Como resultado, el tráfico Ethernet duplicado según el algoritmo PRP modificado solamente tiene que ser etiquetado con IDs de VLAN apropiadas con el fin de asegurar rutas redundantes al nodo receptor deseado. Este proceso permite configurar nuevos servicios de datos redundantes en una red en pleno funcionamiento sin la necesidad de reconfigurar ningún nodo en la red con la excepción de los nodos de envío y recepción que implementan el algoritmo PRP.

55 Como una alternativa a la tecnología de Ethernet puenteadas de MSTP y Capa-2, se puede invocar MPLS (conmutación multiprotocolo mediante etiquetas) como se documenta en la Petición de Comentarios (RFC) 3031 y 3032 de Internet Engineering Task Force (IETF) y operando en una capa modelo OSI entre definiciones tradicionales de capa 2 (capa de enlace de datos) y capa 3 (capa de red), para identificar dos rutas redundantes entre un nodo emisor y receptor por medio de ingeniería de tráfico convencional como en redes SDH/SONET. La red de comunicaciones en malla es configurada de tal manera que el tráfico redundante sea dirigido a través de las rutas redundantes, asignando preferiblemente distintos identificadores VLAN a las distintas rutas redundantes.

65

**REIVINDICACIONES**

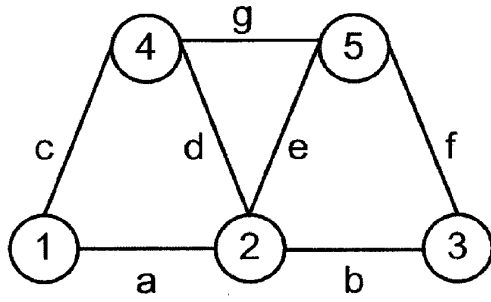
1. Un método de configurar una red de comunicaciones de área ancha de paquetes conmutados incluyendo una pluralidad de nodos (1-5) interconectados mediante enlaces internodales (a-f) en una topología en malla, incluyendo
- 5 -identificar, entre un nodo de envío (1) y un nodo de recepción (3), rutas de comunicación primera y segunda (A, B) sin enlace o nodo en común excepto para el nodo de envío y recepción, donde un nodo intermedio (2) de la primera ruta de comunicación (A) y un nodo intermedio (4, 5) de la segunda ruta de comunicación (B) están interconectados mediante un enlace internodal (d, e) de la red de comunicaciones,
- 10 -configurar, en la red de comunicaciones, una primera red virtual de área local VLAN y una segunda VLAN en base a la primera y a la segunda ruta de comunicación, respectivamente, y
- 15 -configurar el nodo de envío y recepción para que operen según el protocolo de redundancia paralela PRP, asignándose puertos de comunicación primero y segundo del nodo de envío y puertos de comunicación primero y segundo del nodo de recepción a la primera y la segunda VLAN, respectivamente.
2. El método según la reivindicación 1, incluyendo
- 20 -etiquetar, por el nodo de envío, un paquete con un identificador de VLAN de la primera VLAN y etiquetar un paquete duplicado con un identificador de VLAN de la segunda VLAN.
3. El método según la reivindicación 1, incluyendo
- 25 -realizar un algoritmo de protocolo de árbol de expansión múltiple MSTP para un número de nodos (2, 4) de la red de comunicaciones como puentes raíz para obtener un número de instancias de árbol de expansión,
- 30 -identificar una primera instancia de árbol de expansión que incluye la primera ruta de comunicación (A), y una segunda instancia de árbol de expansión que incluye la segunda ruta de comunicación (B) entre el nodo de envío (1) y el nodo de recepción (3),
- configurar, en la red de comunicaciones, la primera VLAN y la segunda VLAN en base a la primera y la segunda instancia de árbol de expansión, respectivamente.
- 35 4. El método según la reivindicación 1, incluyendo
- identificar las rutas de comunicación primera y segunda (A, B) por medio de ingeniería de tráfico de conmutación multiprotocolo mediante etiquetas MPLS.
- 40 5. El método según una de las reivindicaciones 1 a 4, incluyendo
- identificar todos los pares de nodos (1, 3; 2, 4) de la red de comunicaciones que intercambian mensajes críticos, y
- 45 -repetir el procedimiento para todos los pares de nodos identificados.
6. El método según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde la red de comunicaciones de área ancha incluye nodos (1-5) situados en distintas subestaciones de una empresa de servicios.
7. Una red de comunicaciones de área ancha de paquetes conmutados incluyendo una pluralidad de nodos (1-5) interconectados mediante enlaces internodales (a-f) en una topología en malla, incluyendo
- 50 - una primera y una segunda ruta de comunicación (A, B) entre un nodo de envío (1) y un nodo de recepción (3) sin enlace o nodo en común excepto para el nodo de envío y recepción e interconectándose un nodo intermedio (2) de la primera ruta de comunicación (A) y un nodo intermedio (4, 5) de la segunda ruta de comunicación (B) mediante un enlace internodal (d, e) de la red de comunicaciones,
- 55 - puertos de comunicación primero y segundo del nodo de envío y puertos de comunicación primero y segundo del nodo de recepción asignados a la primera y la segunda ruta de comunicación, respectivamente
- 60 - una primera red virtual de área local VLAN y una segunda VLAN en base a la primera y la segunda ruta de comunicación, respectivamente
- 65 - donde los nodos de envío y recepción están configurados para operar según el protocolo de redundancia paralela PRP, incluyendo que el nodo de envío está configurado para transmitir un paquete a lo largo de una ruta A en la primera VLAN y para transmitir, redundantemente, un paquete duplicado mediante la ruta B en la segunda VLAN, e incluyendo que el nodo de recepción esté configurado para aceptar el primero de los paquetes redundantes y

desechar el segundo de los paquetes redundantes que llega en un tiempo posterior.

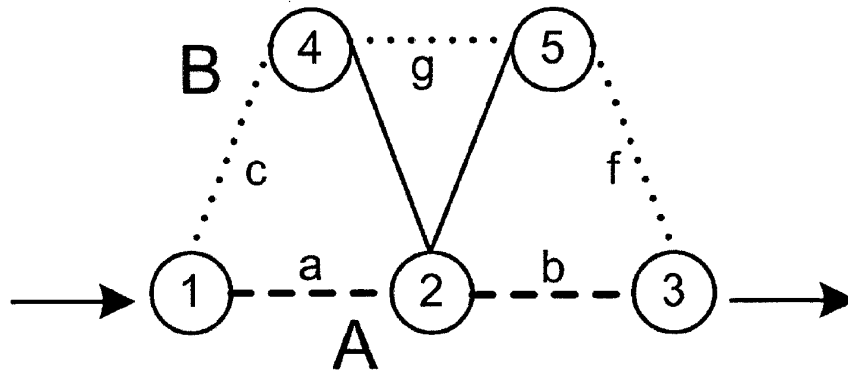
5 8. La red de comunicaciones de área ancha de paquetes conmutados según la reivindicación 7, donde la primera VLAN incluye un paquete que está etiquetado con un identificador de VLAN de la primera VLAN y la segunda VLAN incluye un paquete duplicado que está etiquetado con un identificador de VLAN de la segunda VLAN.

9. La red de comunicaciones de área ancha de paquetes conmutados según la reivindicación 7, donde los nodos (1-5) están situados en distintas subestaciones de una empresa de servicios.

**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**

