

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 537**

51 Int. Cl.:
H04Q 11/00 (2006.01)
H04J 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08748590 .0**
96 Fecha de presentación: **16.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2148459**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.01.2010**

54 Título: **Un método para establecer una relación de búsqueda de reloj y un sistema para calcular una relación de búsqueda de reloj**

30 Prioridad:
17.05.2007 CN 200710107043

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.07.2012

73 Titular/es:
Huawei Technologies Co., Ltd.
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District, Shenzhen
Guangdong 518129 , CN

72 Inventor/es:
SHI, Xinghua;
ZHAO, Min;
FENG, Junjie y
WANG, Yu

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 384 537 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

Un método para establecer una relación de búsqueda de reloj y un sistema para calcular una relación de búsqueda de reloj

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada con las tecnologías de las comunicaciones y, en particular, con un método para establecer relaciones de búsqueda de reloj y un equipo para calcular relaciones de búsqueda de reloj.

Antecedentes de la invención

10 En una red de comunicaciones, el reloj es vital para la calidad de los servicios de red. Si el reloj de una red es un reloj irregular, se produce una desalineación del puntero de datos del servicio, o incluso peor, deja de funcionar toda la red.

15 En general, la red utiliza una o más fuentes de reloj externas para proporcionar una referencia de reloj a cada nodo. Cada nodo de red busca una fuente de reloj externa de acuerdo con la relación de búsqueda planificada de un modo específico, y conmuta la relación de búsqueda cuando cambia el estado de la red. La relación de búsqueda de reloj necesita cumplir un principio importante: la relación de búsqueda de reloj no puede entrar en bucle en ningún momento. Si la relación de búsqueda está en bucle, por ejemplo, el nodo A busca a B, y B busca a A, el servicio de red se deteriora y falla en poco tiempo.

20 En una red de comunicación tradicional como, por ejemplo, una red de transporte óptico tradicional, la topología de red es relativamente simple, esto es, principalmente una cadena o un anillo, y el número de dimensiones de enlace de cada nodo es generalmente 2; por lo tanto, la relación de búsqueda y conmutación es fácil de planificar y llevar a la práctica. Cuando se deteriora la señal de reloj en un enlace en un lado de un nodo, se busca la señal de reloj en el enlace del otro lado; cuando no están disponibles las señales de reloj de ninguno de los lados, se mantiene el valor actual del reloj. En general se utiliza una planificación manual para prevenir el bucle de la relación de búsqueda.

25 Las redes son cada vez más complejas. Por ejemplo, una Red Óptica Conmutada de forma Automática (ASON) en la que se introduce un plano de control, en general, un nodo de la red tiene múltiples dimensiones, y la relación topológica entre nodos es compleja y cambia constantemente. Por lo tanto, la planificación manual no es, en general, efectiva para asegurar el funcionamiento correcto de la relación de búsqueda y la conmutación del reloj del nodo de red.

30 El documento EP 1811713A1 divulga un método para determinar una ruta de búsqueda de reloj en una red, que incluye: determinar, por parte de unos elementos de red distribuidos o de un servidor centralizado, la ruta más corta para cada uno de los elementos de red fuente de reloj de acuerdo con la información de la topología de red, asociar información del peso de los enlaces e información de los elementos de red fuente de reloj; determinar, por parte del elemento de red distribuido o del servidor centralizado en la red, un elemento de red fuente de reloj óptimo entre todos ellos; elegir, por parte del elemento de red distribuido o del servidor centralizado en la red, la ruta más corta determinada hasta el elemento de red fuente de reloj óptimo como una ruta de búsqueda de reloj del elemento de red distribuido; y utilizar la ruta de búsqueda de reloj para la búsqueda de reloj.

35 El documento US 6711411 B1 divulga una red de sincronización que incluye un número de nodos y una lógica de distribución de relojes de referencia que incluye, en cada uno de los nodos, el almacenamiento de una tabla que representa el estado más reciente de la red de sincronización. A continuación, los relojes de referencia se distribuyen, a cada nodo de la red de sincronización. Si se produce un cambio en el estado de sincronización en un nodo de la red de sincronización, se detecta este cambio. Se actualiza la tabla en el nodo para representar el estado actualizado de la red de sincronización. A continuación, se utiliza un protocolo de gestión de sincronización de red para distribuir el estado actualizado a otros nodos de la red de sincronización. Los otros nodos pueden cambiar su estado como respuesta a la recepción de la información actualizada y, de forma parecida, se distribuye la información sobre estas actualizaciones adicionales a través de una red de sincronización facilitando, de este modo, el control de la red de sincronización.

Resumen de la invención

50 En algunos modos de realización de la presente invención se proporciona un método para establecer una relación de búsqueda de reloj y un equipo para calcular una relación de búsqueda de reloj para asegurar el funcionamiento correcto de la relación de búsqueda y la conmutación de reloj de un nodo de red.

En un modo de realización de la presente invención se proporciona un método para establecer una relación de búsqueda de reloj. El método incluye:

calcular, por parte de un nodo de acceso a la fuente de reloj, un Árbol del Camino más Corto (SPT) desde el nodo

de acceso a la fuente de reloj al resto de nodos de la red;

seleccionar, por parte de un nodo de acceso a la fuente de reloj, nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT y la información de la fuente correspondiente al SPT; y

5 establecer sucesivamente a lo largo del SPT relaciones de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados;

en donde el establecimiento de la relación sucesiva de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados comprende:

10 enviar, por parte del nodo de acceso a la fuente de reloj, un mensaje PATH (ruta) que incluye un ID específico a través de los sucesivos saltos a lo largo del SPT hasta que el mensaje llega a un nodo terminal de una rama entre los nodos controlados; y

buscar, por parte de cada nodo por el que pasa y al que llega el mensaje PATH, un reloj de un enlace a través del que se recibe el mensaje PATH de acuerdo con el ID específico.

Un sistema que comprende un equipo para calcular una relación de búsqueda de reloj configurado en un nodo de acceso a la fuente de reloj en una red, incluyendo dicho equipo:

15 una unidad de cálculo de ruta, adaptada para calcular un SPT desde un nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el resto de los nodos;

una unidad de selección de fuente, adaptada para seleccionar nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente del reloj de acuerdo con el SPT y la información de fuente del reloj correspondiente al SPT; y

20 una unidad de activación de la búsqueda, adaptada para establecer sucesivamente a lo largo del SPT una relación de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados, enviar un mensaje PATH que incluye un ID específico a través de los sucesivos saltos a lo largo del SPT hasta que el mensaje llega a un nodo terminal de una rama entre los nodos controlados,

el sistema comprende, además, cada nodo por el que pasa o al que llega el mensaje PATH, adaptado cada nodo para buscar un reloj de un enlace a través del que se recibe el mensaje PATH de acuerdo con el ID específico.

25 En un modo de realización se proporciona un medio de almacenamiento legible por un ordenador.

Un medio de almacenamiento legible por un ordenador incluye códigos de programa de ordenador que ejecuta un nodo de acceso a la fuente de reloj y activan el nodo de acceso a la fuente de reloj para que lleve a cabo los siguientes pasos:

calcular un SPT desde un nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el resto de nodos de una red;

30 seleccionar nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT y la información de la fuente correspondiente al SPT; y

establecer sucesivamente a lo largo del SPT relaciones de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados;

35 en donde el establecimiento sucesivo de la relación de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados comprende:

enviar, por parte del nodo de acceso a la fuente de reloj, un mensaje PATH que incluye un ID específico a través de los sucesivos saltos a lo largo del SPT hasta que el mensaje llegue a un nodo terminal de una rama entre los nodos controlados;

40 comprendiendo el medio de almacenamiento legible por ordenador, además, códigos de programa de ordenador que ejecuta cada uno de los nodos por los que pasa o al que llega el mensaje PATH, y desencadenan que cada uno de los nodos lleve a cabo los siguientes pasos:

buscar, por parte de cada uno de los nodos, un reloj de un enlace a través del que se recibe el mensaje PATH de acuerdo con el ID específico.

45 En los modos de realización de la presente invención, el SPT desde una raíz al resto de nodos se calcula utilizando como raíz el nodo de acceso a la fuente de reloj; se determina el nodo controlado por cada nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT en el que reside el nodo; y se establece sucesivamente una ruta de búsqueda desde la raíz a cada nodo extremo. Cada nodo de acceso a la fuente de reloj relativamente centralizado controla y establece la relación de búsqueda de fuente de cada nodo, sin necesitar coordinación mutua entre nodos. De este

modo, el método es compatible con el control centralizado de la red, y es ampliable. La relación de búsqueda se determina sucesivamente en la ruta del árbol de modo que se evita que la relación de búsqueda sea un bucle y se optimiza la ruta de búsqueda. Además, se proporciona un medio de almacenamiento legible por ordenador. El medio de almacenamiento legible por ordenador incluye códigos de programa de ordenador que ejecuta un nodo de acceso a la fuente de reloj u otro nodo establecido para asegurar el funcionamiento correcto de la relación de búsqueda y la conmutación de reloj de los nodos de la red.

Breve descripción de los dibujos

- La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un método para establecer una relación de búsqueda de reloj de acuerdo con un primer modo de realización de la presente invención;
- 10 la FIG. 2 muestra una estructura de un ejemplo de red de acuerdo con el primer modo de realización de la presente invención;
- la FIG. 3 muestra un SPT de un ejemplo de red de acuerdo con el primer modo de realización de la presente invención;
- 15 la FIG. 4 muestra otro SPT de un ejemplo de red de acuerdo con el primer modo de realización de la presente invención;
- la FIG. 5 muestra una relación de búsqueda de reloj de un ejemplo de red de acuerdo con el primer modo de realización de la presente invención;
- la FIG. 6 es un diagrama de flujo de un método para establecer una relación de búsqueda de reloj en una ASON de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención;
- 20 la FIG. 7 muestra el establecimiento de una relación de búsqueda de reloj de acuerdo con el segundo modo de realización de la presente invención;
- la FIG. 8 muestra una estructura lógica de un equipo para calcular una relación de búsqueda de reloj de acuerdo con un tercer modo de realización de la presente invención; y
- 25 la FIG. 9 muestra una estructura lógica de un equipo para calcular una relación de búsqueda de reloj de acuerdo con un cuarto modo de realización de la presente invención.

Descripción detallada de los modos de realización

Un método para establecer una relación de búsqueda de reloj de acuerdo con un modo de realización de la presente invención incluye: calcular un SPT desde una raíz al resto de nodos utilizando como raíz el nodo de acceso a la fuente de reloj; determinar el nodo controlado por cada nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT en el que se encuentra el nodo; y establecer sucesivamente una ruta de búsqueda desde la raíz hasta cada nodo extremo. En correspondencia con el método, en un modo de realización de la presente invención se proporciona un equipo para calcular una relación de búsqueda de reloj, tal y como se detalla más abajo.

Modo de realización 1: se proporciona un método para establecer una relación de búsqueda de reloj. Como se muestra en la FIG. 1, el método incluye los siguientes pasos:

35 A1. Se calcula un SPT desde un nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el resto de los nodos de una red.

En este modo de realización, el cálculo del SPT puede ser un cálculo completamente centralizado. Esto es, el cálculo lo realiza un dispositivo de red independiente. Por ejemplo, un servidor de cálculo conectado a la red es responsable de calcular el SPT. Este dispositivo de red independiente responsable del cálculo se puede considerar como un nodo de cálculo preestablecido. El nodo de cálculo obtiene la información de la topología de la red y la información de la fuente de reloj para calcular el SPT y seleccionar el nodo controlado, y devuelve al nodo de acceso a la fuente de reloj correspondiente la información de la ruta del nodo controlado. El cálculo también puede ser un cálculo parcialmente centralizado. Esto es, cada nodo de acceso a la fuente de reloj es responsable del cálculo. El nodo de acceso a la fuente de reloj obtiene la información de la topología de la red y la información de la fuente para calcular el SPT y seleccionar el nodo controlado. En especial, si la red dispone únicamente de una fuente de reloj, el cálculo se puede seguir considerando como un cálculo completamente centralizado.

En el proceso de cálculo del SPT, el nodo de acceso de cada fuente de reloj externa actúa como nodo raíz, y se calcula el SPT desde el nodo raíz hasta el resto de nodos de la red. Por lo tanto, el número de SPT calculado es igual al número de fuentes de reloj externas de la red. El método de cálculo puede ser un algoritmo de Primero la Ruta más Corta (SPF). El objetivo del algoritmo es obtener la ruta más corta desde el nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con cierta regla, y se puede elegir cualquier algoritmo que cumpla ese objetivo. La selección del algoritmo depende de los requisitos de aplicación reales. A continuación se describe el SPT mediante un ejemplo.

- Como se muestra en la FIG. 2, se asume que una red incluye ocho nodos (nodos 0-7), y utiliza como fuentes de reloj externa dos Sistemas de Sincronización Integrados del Edificio (BITS), esto es, BITS1 y BITS2; el nodo 0 es el nodo de acceso de BITS1, y el nodo 5 es el nodo de acceso de BITS2. Las líneas de la FIG. 2 ilustran la relación topológica entre los nodos. Los números sobre las líneas representan la longitud de la ruta, y valores mayores de los números significan mayores longitudes. En la FIG. 3 y la FIG. 4 se muestran los SPT cuya raíz son el nodo 0 y el nodo 5. La doble línea continua de la FIG. 3 representa la ruta SPT del nodo 0, y la doble línea de puntos de la FIG. 4 representa la ruta SPT del nodo 5. En general, se prefiere la ruta con menos saltos como la ruta más corta. Si dos rutas tienen el mismo número de saltos, se prefiere la ruta con la distancia menor. Las rutas específicas para determinar el camino más corto se configuran en función de los requisitos reales.
- Los nodos responsables del cálculo (que incluyen nodos de cálculo preestablecidos, y cada nodo de acceso a la fuente de reloj, etc., lo mismo más abajo) pueden calcular el SPT mediante la obtención de la información de la topología de la red. La información de la topología de la red se puede difundir hasta el nodo responsable del cálculo mediante un protocolo de rutas como, por ejemplo, el protocolo Abierto Primero la Ruta más Corta (OSPF).
- A2. Se seleccionan los nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT calculado y la información de la fuente correspondientes al SPT.
- Este paso determina la fuente a buscar por cada nodo. Cuando varios nodos de la red buscan una fuente, quiere decir que el nodo de acceso a la fuente de reloj conectado a la fuente "controla" los nodos. Los nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj se determinan del siguiente modo:
1. Si un nodo pertenece únicamente a un SPT, quiere decir que el nodo únicamente se puede conectar a una fuente de reloj y, por lo tanto, se determina que el nodo de acceso a la fuente de reloj correspondiente al SPT controla el nodo;
 2. Si un nodo pertenece a múltiples SPT, quiere decir que el nodo se puede conectar a múltiples fuentes, y puede buscar cualquiera de las fuentes. En el caso de un cálculo parcialmente centralizado, para optimizar la relación de búsqueda y asegurar que todos los nodos de acceso a la fuente de reloj consiguen el mismo resultado de ámbito de control, se puede aplicar una regla de selección preconfigurada para determinar un nodo de acceso a la fuente de reloj para controlar al nodo que pertenece a múltiples SPT. Son aplicables las siguientes reglas de selección:
 - A. se selecciona el nodo de acceso a la fuente de reloj conectado a la fuente de reloj con el mayor nivel de calidad de reloj;
 - B. si la calidad de reloj es la misma, se selecciona el nodo de acceso a la fuente de reloj conectado a la fuente de reloj de mayor prioridad;
 - C. si tanto el nivel de calidad del reloj como la prioridad son iguales, se selecciona el nodo de acceso a la fuente de reloj con la ruta más corta al nodo; y
 - D. si el nivel de calidad del reloj, la prioridad y la ruta hasta el nodo son todas iguales, los nodos de acceso a la fuente de reloj se distinguen, además, mediante algunas reglas que conducen a un único resultado de selección, por ejemplo, se puede seleccionar el nodo de acceso a la fuente de reloj con el número de serie más pequeño.
- Excepcionalmente, si un nodo de la red no se encuentra en ningún STP calculado, quiere decir que el nodo se encuentra separado y desconectado de todas las fuentes de reloj en la topología de red. Por lo tanto, el nodo no está "controlado" por ningún nodo de acceso a la fuente de reloj.
- Después de la determinación de la relación de control del nodo, se puede determinar la relación de búsqueda de reloj del nodo de acuerdo con la fuente de reloj conectada al nodo de acceso a la fuente de reloj que controla el nodo, así como la ruta del nodo en el SPT correspondiente al nodo de acceso a la fuente de reloj. Si se aplica el modo de cálculo completamente centralizado, un nodo de cálculo preestablecido necesita transmitir la relación de búsqueda de reloj calculada a todos los nodos de acceso a la fuente de reloj, con el fin de establecer posteriormente la relación de búsqueda de reloj. El nodo de cálculo puede transmitir de modo uniforme a cada nodo de acceso las relaciones de búsqueda de reloj de los nodos a través de la red, y el nodo de acceso selecciona la parte controlada. Alternativamente, el nodo de cálculo transmite a cada nodo de acceso adecuado únicamente la parte controlada por cada uno de los nodos de acceso.
- Continuando con el ejemplo de red de la FIG. 2, a continuación se describe la determinación de la relación de búsqueda de reloj. Suponiendo que BITS1 y BITS2 de la FIG. 2 tienen el mismo nivel de calidad y prioridad, el nodo de acceso a la fuente de reloj que controla cada nodo se determina de acuerdo con la ruta más corta del nodo en el SPT. Una comparación entre la FIG. 3 y la FIG. 4 muestra que: el nodo 5 controla el nodo 3 y el nodo 4; el nodo 0 controla los nodos 1, 2, 6 y 7. La relación de búsqueda de reloj del nodo se muestra en la FIG. 5. En la FIG. 5, la doble línea continua representa la ruta de búsqueda del nodo controlado por el nodo 0, y la doble línea de puntos representa la ruta de búsqueda del nodo controlado por el nodo 5.

La regla anterior para seleccionar la relación de control del nodo de acceso a la fuente de reloj muestra que: en el proceso de determinación de la relación de control del nodo, el nodo responsable del cálculo puede necesitar basarse en información relevante de fuentes, incluyendo el nivel de calidad e información de prioridad. Dicha información también puede ser difundida a toda la red por el nodo de acceso a la fuente de reloj.

5 El paso A1 y el paso A2 muestran que: independientemente de si se realiza un cálculo completamente centralizado o un cálculo parcialmente centralizado, ambos de los cuales se basan en la misma información y el mismo modo de cálculo y regla de selección, la relación de búsqueda de reloj (incluyendo la relación de control de nodos y la ruta de búsqueda correspondiente) obtenida por cada nodo de acceso a la fuente de reloj es consistente en lugar de contradictoria, y no necesita de una coordinación mutua, cumpliendo de este modo los requisitos de tiempo de la conmutación de la relación de búsqueda de reloj.

A3. A lo largo del SPT, se establecen sucesivamente las relaciones de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados.

15 El nodo de acceso a la fuente de reloj puede establecer la relación de búsqueda de reloj enviando señalización a los nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj. La señalización se transmite a lo largo de la ruta del SPT que comienza en este nodo de acceso. Cada nodo establece sucesivamente la relación de búsqueda de reloj con el nodo anterior, evitando de este modo el bucle de la relación de búsqueda.

20 El proceso anterior de establecimiento de la relación de búsqueda de reloj se lleva a cabo cuando el sistema alcanza el estado de funcionamiento normal después del encendido y la inicialización. La información de la topología de red para establecer la relación de búsqueda de reloj refleja el estado real de la red actual, y es dinámica y en tiempo real; y, con el estado de la fuente de reloj, también varía la información de la fuente de reloj para establecer la relación de búsqueda de reloj. Después de actualizar dicha información, la relación de búsqueda de reloj actual se puede deteriorar o no ser óptima.

Los posibles factores que dan lugar a la actualización de la información de la topología de red incluyen los siguientes:

- 25
1. Se rompe o funciona mal el enlace;
 2. El enlace se recupera de una rotura o de un mal funcionamiento; y
 3. Se reinicia el nodo de acceso a la fuente de reloj.

Los posibles factores que dan lugar a la actualización de la información de fuentes de reloj incluyen los siguientes:

- 30
1. Cambia el nivel de calidad o la prioridad de la fuente de reloj;
 2. Se estropea o se recupera la fuente de reloj; y
 3. La rotura o la recuperación se produce como resultado del reinicio de una fuente de reloj.

Por lo tanto, para asegurar la efectividad de la relación de búsqueda de reloj cuando se envía la actualización de la información de la topología de red y la información de la fuente de reloj al nodo responsable del cálculo, se puede necesitar activar un recálculo de la relación de búsqueda de reloj. En este caso, son aplicables dos políticas:

35 Política 1: la relación de búsqueda de reloj se vuelve a calcular cada vez que se actualiza la información de la topología de red o la información de fuente de reloj.

40 Política 2: cuando se actualiza la información de la topología de red o la información de la fuente de reloj, se realiza una determinación sobre si la información actualizada afecta a la relación de búsqueda de reloj actual. Si está afectada, se reactiva el cálculo del SPT y la selección del nodo controlado por el nodo de acceso a la fuente de reloj. Por ejemplo, en la relación de búsqueda de reloj que se muestra en la FIG. 5, si se rompe el enlace entre el nodo 3 y el nodo 4, se determina que la relación de búsqueda no se ve afectada y no es necesario activar el recálculo; si se rompe el enlace entre el nodo 0 y el nodo 7, se determina que la relación de búsqueda está afectada y es necesario activar el recálculo.

45 En especial, para evitar actualizaciones frecuentes causadas por oscilaciones temporales de los enlaces, se puede configurar un retardo para evitar el efecto de las oscilaciones. Únicamente se considera como información de actualización válida la información de actualización de red que se mantenga más allá del retardo.

50 No obstante, el recálculo de la relación de búsqueda de reloj no implica, necesariamente, la conmutación de reloj. Únicamente se conmuta de reloj si cambia el resultado del nuevo cálculo. En este caso, es posible activar la actualización de únicamente la relación de búsqueda de reloj de la parte que cambia, o activar la actualización para todos los nodos controlados por un nodo de acceso a la fuente de reloj, o activar la actualización para toda la red.

Tomando como ejemplo una red específica como, por ejemplo, ASON, el siguiente modo de realización proporciona un método basado en el primer modo de realización.

Modo de realización 2: se proporciona un método para establecer una relación de búsqueda de reloj en una ASON. Este modo de realización se diferencia del primer modo de realización en que: la relación de búsqueda se establece a través de señalización basada en el protocolo de Conmutación Multiprotocolo mediante Etiquetas/Conmutación Multiprotocolo mediante Etiquetas Generalizada (MPLS/GMPLS) aplicada en la ASON. Como se muestra en la FIG. 6, el método incluye los siguientes pasos:

B1. Se calcula el SPT desde un nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el resto de nodos de la red.

B2. Se seleccionan los nodos controlados por cada nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT calculado y la información de fuente de reloj correspondiente al SPT.

Los dos pasos anteriores son parecidos al paso A1 y al paso A2 del primer modo de realización y no se describen de nuevo.

B3. Mediante un mensaje PATH se establecen sucesivamente relaciones de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados. Más específicamente:

El nodo de acceso a la fuente de reloj envía un mensaje PATH que incluye un ID específico a través de los sucesivos saltos a lo largo del SPT hasta que el mensaje llega al nodo de destino, esto es, el nodo extremo de la rama en los nodos controlados. El ID específico indica que el mensaje PATH enviado es un mensaje PATH especial para establecer una relación de búsqueda de reloj. En la presente invención no se limita la forma del ID.

El mensaje PATH pasa por y llega a diferentes nodos, y dichos nodos determinan que el mensaje es un mensaje PATH para establecer una relación de búsqueda de reloj de acuerdo con el ID específico, y busca el reloj del enlace a través del que se recibe el mensaje PATH. El mensaje PATH se transfiere desde la raíz a cada nodo extremo del SPT, y cada nodo controlado por el nodo de acceso a la fuente de reloj establece una relación de búsqueda para la fuente de reloj conectada al nodo de acceso a la fuente de reloj.

Un hecho básico es: todos los nodos de la ruta del SPT desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el nodo extremo de la rama controlado por el nodo de acceso a la fuente de reloj están controlados por el nodo de acceso. Por lo tanto, aunque un nodo de acceso a la fuente de reloj puede controlar múltiples nodos, el mensaje PATH necesita enviarse únicamente hasta el nodo terminal de una rama controlado a lo largo de la ruta SPT, acortando, de este modo, el proceso de señalización. A continuación se ejemplifica con más detalle el proceso anterior de establecimiento de una relación de búsqueda.

Como se muestra en la FIG. 7, se asume que el nodo A de acceso a la fuente de reloj controla cuatro nodos: B, C, D y E, donde el nodo D y el nodo E son nodos terminales de rama. Por lo tanto, el proceso de señalización PATH para el establecimiento de una relación de búsqueda de reloj iniciada desde el nodo A puede tomar cualquiera de estas rutas: A->B->C->D y A->E.

El proceso anterior para establecer una relación de búsqueda de reloj utilizando un mensaje PATH es parecido a un proceso de establecimiento de una Ruta de Conmutación mediante Etiquetas (LSP) de un servicio. Por ejemplo, en la FIG. 7, se obtienen dos LSP de búsqueda de reloj después de que la señalización PATH ha recorrido las dos rutas establecidas. Dicha información LSP se almacena en la capa de señalización, dando lugar, de este modo, a un gasto innecesario de recursos. Por lo tanto, para liberar recursos, preferiblemente, se añade el siguiente paso:

B4. La LSP que se establece mediante el mensaje PATH se borra mediante un mensaje de borrado de información de ruta (PATHERR). Más específicamente:

Después de recibir el mensaje PATH, el nodo terminal de la rama envía el mensaje PATHERR a través de los sucesivos saltos hasta que el mensaje PATHERR llegue al nodo de destino, esto es, el nodo de acceso a la fuente de reloj que envía el mensaje PATH.

El mensaje PATHERR pasa por y llega a diferentes nodos, y dichos nodos borran la información sobre la LSP que se establece mediante el mensaje PATH. En la FIG. 7, la punta de flecha en sentido contrario a la dirección de transmisión del mensaje PATH muestra el proceso anterior. De este modo, después de que se ha establecido la relación de búsqueda de reloj, la capa de señalización no necesita almacenar ninguna información de "LSP de reloj".

Se entiende que el software para ejecutar el método para establecer una relación de búsqueda de reloj se puede almacenar en un medio legible por un ordenador. Cuando se ejecuta, el software lleva a cabo estos pasos: calcular un SPT desde un nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el resto de nodos de la red; seleccionar un nodo controlado por el nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT y la información de fuente de reloj correspondiente al SPT; y establecer sucesivamente a lo largo del SPT la relación de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el nodo controlado, o transmitir al nodo de acceso a la fuente de reloj

correspondiente la ruta más corta calculada y la información de ruta del nodo controlado por el nodo de acceso a la fuente de reloj. El medio legible por un ordenador puede ser una Memoria de Solo Lectura/Memoria de Acceso Aleatorio (ROM/RAM), un disco magnético, un disco compacto, y así sucesivamente.

5 A continuación se detalla un equipo para calcular una relación de búsqueda de reloj de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

Modo de realización 3: un equipo 20 para calcular una relación de búsqueda de reloj se basa en el modo de cálculo parcialmente centralizado proporcionado en el primer modo de realización de la presente invención, y se despliega junto con cada nodo de acceso a la fuente de reloj de la red. Como se muestra en la FIG. 9, el equipo incluye:

10 una unidad 21 de cálculo de ruta, adaptada para calcular un SPT desde un nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el resto de nodos;

una unidad 22 de selección de fuente, adaptada para seleccionar nodos controlados por cada nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT calculado por la unidad 21 de cálculo de ruta y la información de fuente correspondientes al SPT; y

15 una unidad 23 de activación de la búsqueda, adaptada para establecer sucesivamente relaciones de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados a lo largo del SPT cuya raíz es el nodo de la unidad de activación de la búsqueda. La unidad 23 de activación de la búsqueda establece las relaciones de búsqueda de reloj enviando señalización a los nodos controlados. Por ejemplo, en una ASON, el nodo terminal de una rama entre los nodos controlados sirve como nodo de destino, y se establece la relación de búsqueda de reloj enviando un mensaje PATH que incluye un ID específico. Para los detalles, sirve como referencia el segundo modo de realización.

20 Para actualizar la relación de búsqueda de reloj calculada de acuerdo con el cambio en tiempo real de la información necesaria para el cálculo, el equipo 20 de este modo de realización incluye, además, una unidad 24 de activación de la actualización. La unidad 24 de activación de la actualización puede tener:

25 una subunidad 241 de control, adaptada para: determinar si, después de recibir la información de la topología de red y/o la información de fuentes actualizadas, la información de topología de red y/o la información de fuentes actualizadas afectan a las relaciones de búsqueda de reloj actuales; o

una subunidad 242 de activación, adaptada para: reactivar la unidad de cálculo de ruta para calcular el SPT y reactivar la unidad de selección de fuente para seleccionar los nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj cuando el resultado de la determinación de la subunidad 241 de control es positivo.

30 En un modo de realización de la presente invención se proporciona un medio de almacenamiento legible en un ordenador e incluye códigos de programa de ordenador que ejecuta un nodo de acceso a la fuente de reloj y activan el nodo de acceso a la fuente de reloj para llevar a cabo los siguientes pasos:

calcular un SPT desde un nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el resto de nodos de una red;

35 seleccionar nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT y la información de fuentes correspondientes al SPT; y

establecer sucesivamente, a lo largo del SPT, relaciones de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados.

40 Para resumir, en los modos de realización de la presente invención, se calcula el SPT desde una raíz al resto de nodos utilizando como raíz el nodo de acceso a la fuente de reloj; cada nodo controlado por cada nodo de acceso a la fuente de reloj se determina de acuerdo con el SPT en el que se encuentra; y se establece sucesivamente una ruta de búsqueda desde la raíz hasta cada nodo terminal. Cada nodo de acceso a la fuente de reloj relativamente centralizado controla y establece la relación de búsqueda de fuentes de cada nodo, sin ser necesaria una coordinación mutua entre nodos. Por lo tanto, el método es compatible con el control centralizado de la red y es ampliable. La relación de búsqueda se determina sucesivamente en la ruta del árbol de modo que se evita que la relación de búsqueda sea un bucle y se optimiza la ruta de búsqueda. Además, cada fuente de reloj se corresponde con un SPT y se basa en ciertas reglas de selección. Por lo tanto, pueden trabajar simultáneamente múltiples fuentes de la misma calidad. En el método para establecer una relación de búsqueda de reloj en una ASON, la relación de búsqueda se establece mediante señalización. Por lo tanto, se cumplen los requisitos de tiempo en el caso de cambio de la relación de búsqueda; y no es necesario desarrollar un nuevo protocolo fiable y se realiza un cambio pequeño a la red actual debido a que el propio proceso de señalización asegura el cumplimiento de los requisitos de fiabilidad de la transmisión.

50 Más arriba se detalla un método para establecer una relación de búsqueda de reloj y un sistema para calcular una relación de búsqueda de reloj en los modos de realización de la presente invención. Aunque la invención se describe

mediante algunos ejemplos de modos de realización, la invención no se limita a dichos modos de realización. Es evidente que aquellos experimentados en la técnica pueden realizar varias modificaciones y variaciones a la invención sin apartarse del alcance de la invención. Se pretende que la invención cubra las modificaciones y variaciones siempre que se encuentran dentro del alcance de protección definido por las siguientes reivindicaciones o sus equivalentes.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método para establecer relaciones de búsqueda de reloj que comprende:

calcular, por parte de un nodo de acceso a la fuente de reloj, un Árbol de la Ruta más Corta, SPT, desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el resto de nodos de la red;

5 seleccionar, por parte del nodo de acceso a la fuente de reloj, los nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT y la información de fuentes correspondientes al SPT; y

establecer sucesivamente a lo largo del SPT relaciones de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados;

10 en donde el establecimiento sucesivo de la relación de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados comprende:

enviar a través de los sucesivos saltos a lo largo del SPT, por parte del nodo de acceso a la fuente de reloj, un mensaje PATH que incluye un ID específico hasta que el mensaje llegue a un nodo terminal de una rama entre los nodos controlados; y

15 buscar, por parte de cada nodo por el que pasa o al que llega el mensaje PATH, un reloj de un enlace a través del que se recibe el mensaje PATH de acuerdo con el ID específico.

2. El método de la reivindicación 1, en donde:

el nodo de acceso a la fuente de reloj obtiene la información de topología de red y la información de fuentes de reloj para calcular el SPT y seleccionar los nodos controlados.

3. El método de la reivindicación 2, que comprende, además:

20 por parte del nodo de acceso a la fuente de reloj, reactivar el cálculo del SPT y la selección de los nodos controlados después de recibir información de topología de red y/o información de fuente de reloj actualizadas, y activar el establecimiento de una nueva relación de búsqueda de reloj para al menos una parte que ha cambiado cuando cambia el resultado calculado o seleccionado.

25 4. El método de la reivindicación 1, en donde los nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj se seleccionan del siguiente modo:

si un nodo pertenece únicamente a un SPT, el nodo es controlado por el nodo de acceso a la fuente de reloj correspondiente al SPT; o

si un nodo pertenece a múltiples SPT, para controlar el nodo se selecciona uno de los nodos de acceso a la fuente de reloj correspondientes a los múltiples SPT de acuerdo con unas reglas predeterminadas.

30 5. El método de la reivindicación 4, en donde las reglas predeterminadas comprenden:

seleccionar el nodo de acceso a la fuente de reloj conectado a una fuente del mayor nivel de calidad de reloj;

si el nivel de calidad de reloj es el mismo, seleccionar el nodo de acceso a la fuente de reloj conectado a una fuente de prioridad más alta; y

35 si tanto el nivel de la calidad de reloj como la prioridad son iguales, seleccionar el nodo de acceso a la fuente de reloj con un camino más corto hasta el nodo.

6. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:

enviar, por parte del nodo terminal de la rama después de recibir el mensaje PATH, un mensaje de borrado de información de ruta, PATHERR, a través de los sucesivos saltos hasta que el mensaje PATHERR llegue al nodo de acceso a la fuente de reloj que envía el mensaje PATH; y

40 borrar, por parte de cada nodo por el que pasa o al que llega el mensaje PATHERR, información de registro de la ruta del mensaje PATH.

7. Un sistema que comprende un equipo para calcular relaciones de búsqueda de reloj, con el equipo desplegado en un nodo de acceso a la fuente de reloj de una red, comprendiendo el equipo:

45 una unidad de cálculo de ruta, adaptada para calcular un Árbol de Ruta más Corta, SPT, desde un nodo de acceso a la fuente de reloj al resto de nodos;

una unidad de selección de fuente, adaptada para seleccionar los nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT y la información de fuente de reloj correspondiente al SPT; y

5 una unidad de activación de búsqueda, adaptada para establecer sucesivamente a lo largo del SPT relaciones de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados, enviar un mensaje PATH que incluye un ID específico a través de los sucesivos saltos a lo largo del SPT hasta que el mensaje llegue a un nodo terminal de una rama entre los nodos controlados;

comprendiendo dicho sistema, además, cada nodo por el que pasa o al que llega el mensaje PATH, cada uno de dichos nodos adaptado para buscar un reloj de un enlace a través del que se recibe el mensaje PATH de acuerdo con el ID específico.

10 8. El sistema de la reivindicación 7, en donde el equipo comprende, además:

una unidad de activación de la actualización, adaptada para reactivar la unidad de cálculo de ruta para calcular el SPT y reactivar la unidad de selección de fuente para seleccionar los nodos controlados después de recibir información de topología de red y/o información de fuente de reloj actualizadas.

9. El sistema de la reivindicación 8, en donde la unidad de activación de la actualización comprende:

15 una subunidad de control, adaptada para: determinar si la información de topología de red y/o la información de fuente de reloj actualizadas afectan de algún modo a la relación de búsqueda de reloj después de recibir la información de topología de red y/o la información de fuente de reloj actualizadas; y

20 una subunidad de activación, adaptada para reactivar la unidad de cálculo de ruta para calcular el SPT y reactivar la unidad de selección de fuente para seleccionar los nodos controlados cuando es positivo un resultado de la determinación de la subunidad de control.

10. Un medio de almacenamiento legible mediante un ordenador, que comprende códigos de programa de ordenador que se ejecutan por parte de un nodo de acceso a la fuente de reloj y desencadenan que el nodo de acceso a la fuente de reloj lleve a cabo los siguientes pasos:

25 calcular, por parte de un nodo de acceso a la fuente de reloj, un Árbol de la Ruta más Corta, SPT, desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta el resto de nodos de la red;

seleccionar, por parte del nodo de acceso a la fuente de reloj, nodos controlados por el nodo de acceso a la fuente de reloj de acuerdo con el SPT y la información de fuentes correspondiente al SPT; y

establecer sucesivamente a lo largo del SPT relaciones de búsqueda desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados;

30 en donde el establecimiento sucesivo de la relación de búsqueda de reloj desde el nodo de acceso a la fuente de reloj hasta los nodos controlados comprende:

enviar, por parte del nodo de acceso a la fuente de reloj, a través de los sucesivos saltos a lo largo del SPT un mensaje PATH que incluye un ID específico, hasta que el mensaje llegue a un nodo terminal de una rama entre los nodos controlados;

35 dicho medio de almacenamiento legible mediante ordenador comprende, además, códigos de programa de ordenador que se ejecutan en cada nodo por el que pasa o al que llega el mensaje PATH, y desencadenan que cada nodo lleve a cabo los siguientes pasos:

buscar, por parte de cada nodo, un reloj de un enlace a través del que se recibe el mensaje PATH de acuerdo con el ID específico.

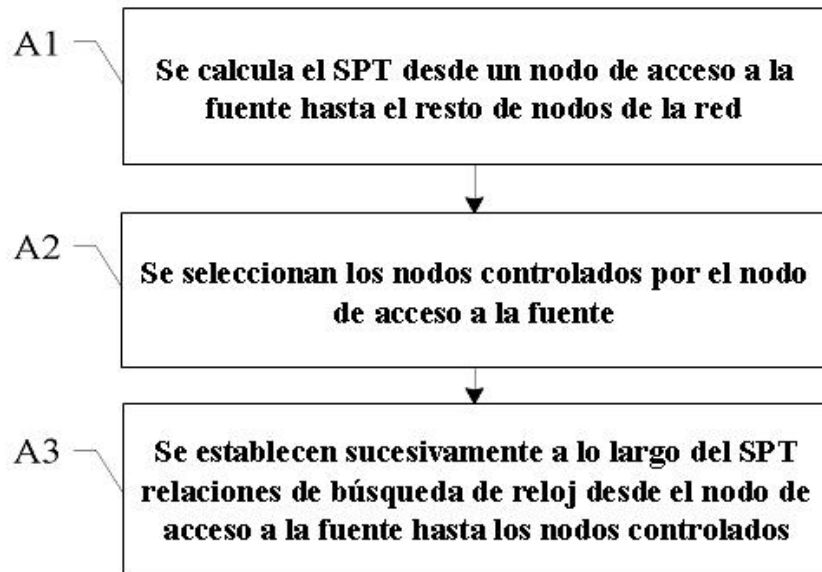


FIG. 1

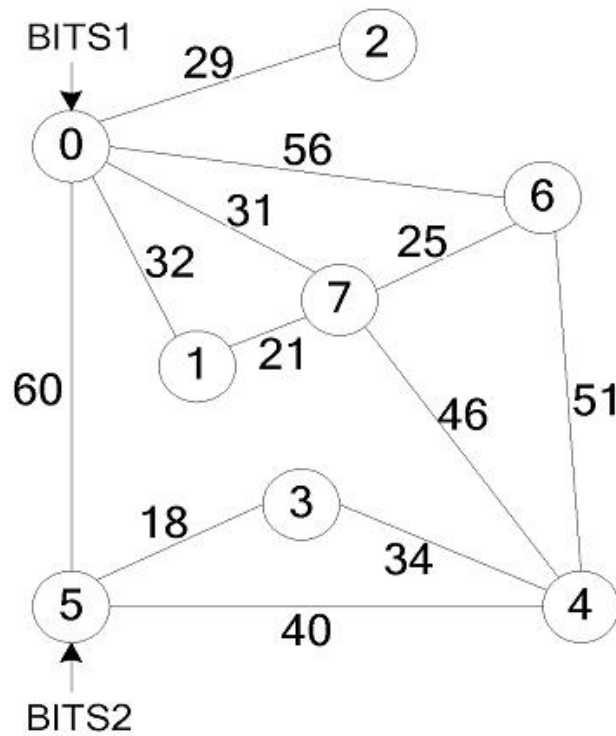


FIG. 2

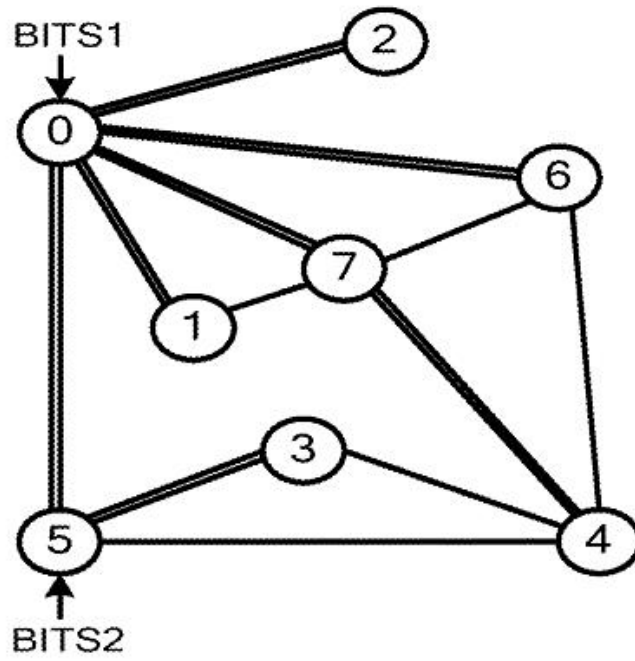


FIG. 3

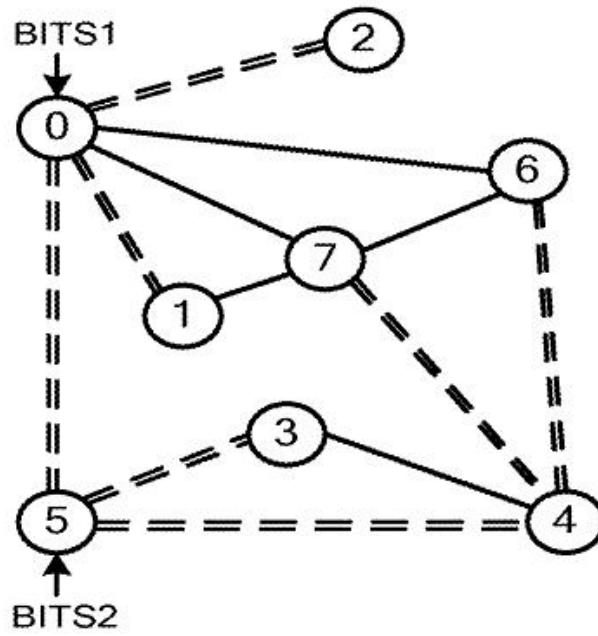


FIG. 4

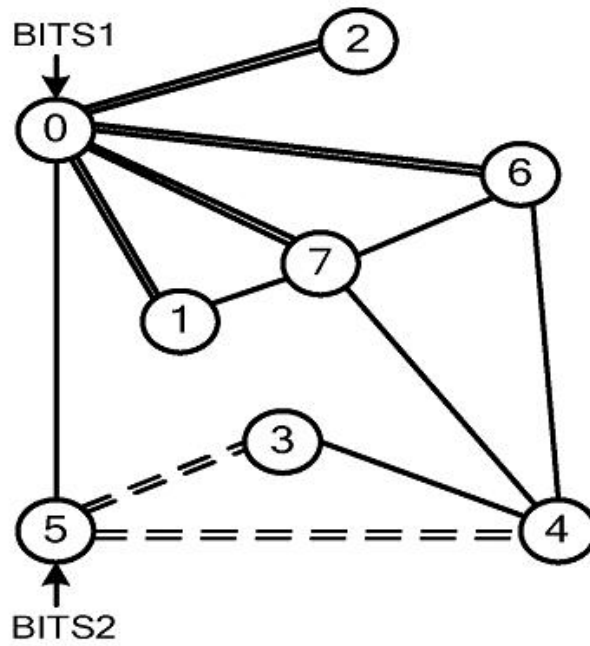


FIG. 5

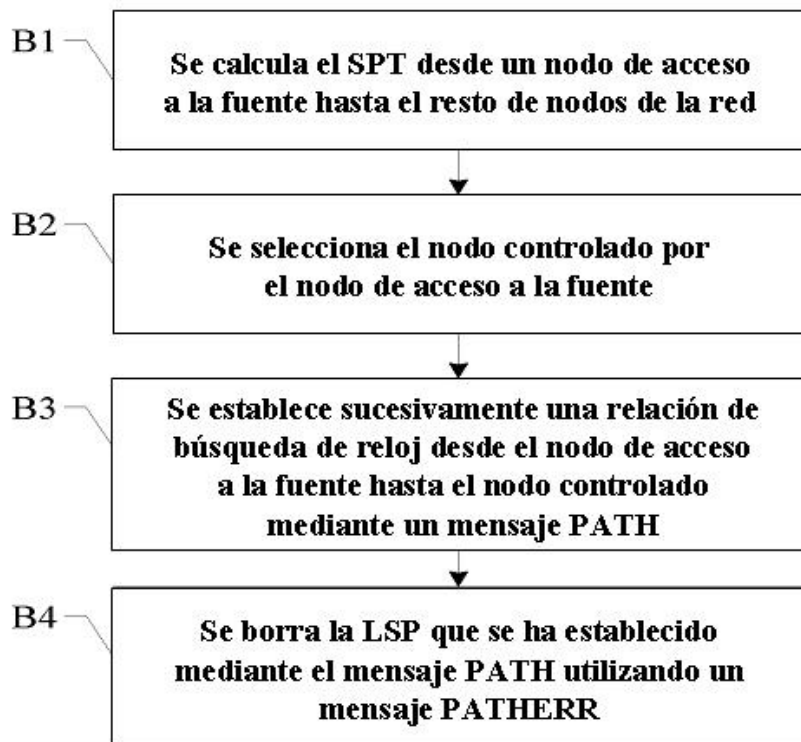


FIG. 6

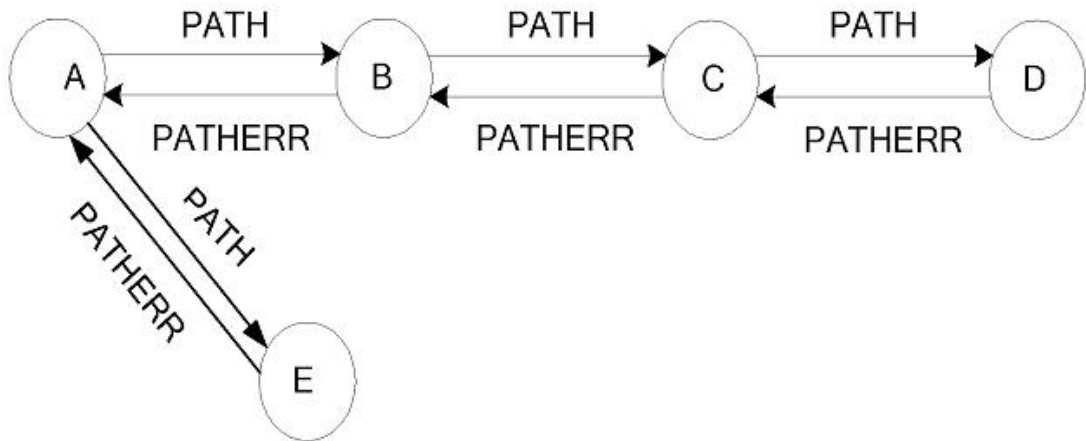


FIG. 7

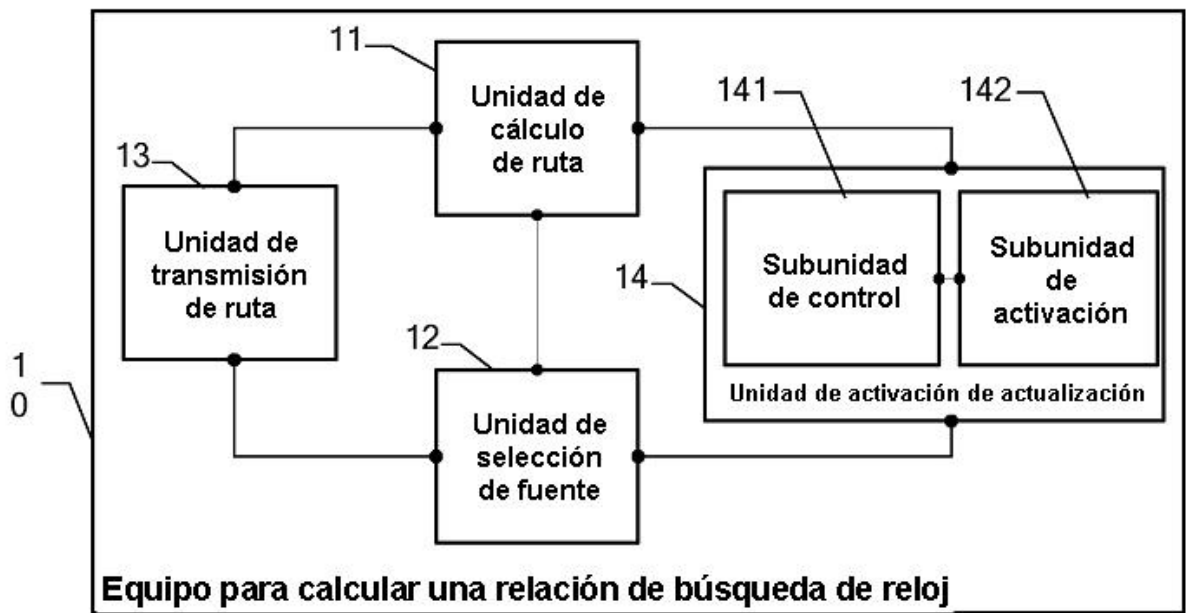


FIG. 8

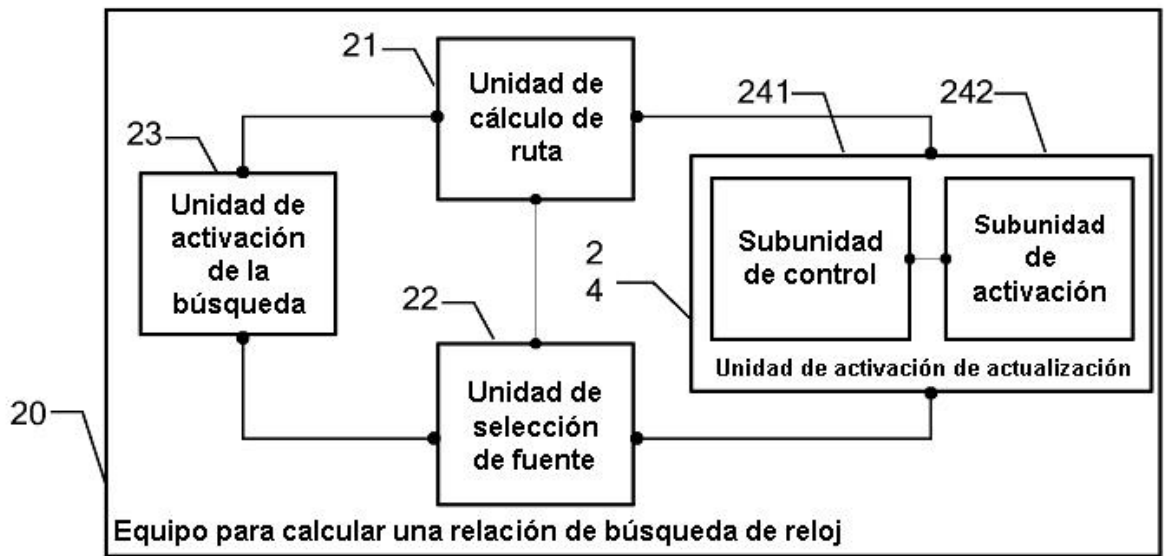


FIG. 9