(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 383 845**

(51) Int. Cl.:
H04J 3/06 (2006.01)
H04L 12/40 (2006.01)
H04J 3/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **08800943 .6**
(96) Fecha de presentación: **23.09.2008**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2182670**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **05.05.2010**

(54) Título: **Método y aparato para el seguimiento de una fuente de reloj**

(30) Prioridad:
25.09.2007 CN 200710154688

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.06.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.06.2012

(73) Titular/es:
HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.
HUAWEI ADMINISTRATION BUILDING BANTIAN
LONGGANG DISTRICT
SHENZHEN, GUANGDONG 518129, CN

(72) Inventor/es:
CHENG, Yong;
BAO, Xiaodong;
ZHANG, Zhan;
HAO, Yinghai y
WU, Ning

(74) Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

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).

ES 2 383 845 T3

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para el seguimiento de una fuente de reloj

Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones, y en particular, a una tecnología para el seguimiento de fuentes de reloj.

Antecedentes

La red conmutada de transporte de paquetes es ampliamente aplicada en las redes de transporte de telecomunicaciones. Una red conmutada de paquetes está basada en el intercambio de paquetes. El dispositivo de transporte de paquetes en la red es asíncrono, pero las aplicaciones de red imponen requisitos en cuanto a la sincronización de reloj y la sincronización precisa de tiempo. Por ejemplo, la red de transporte de tercera generación (3G) tiene que transmitir información precisa de tiempo y relojes. La norma IEEE 1588 (Institute of Electrical and Electronics Engineers) proporciona una base para la sincronización de reloj y la sincronización de tiempo de la red conmutada de paquetes.

En la norma IEEE 1588 existente, el método de selección del Mejor Reloj Maestro (BMC) incluye: usar el algoritmo de comparación de fuente de reloj BMC para seleccionar la fuente; usar el algoritmo de determinación de estado de puerto BMC para seleccionar la fuente y usar la máquina de estado de puerto BMC para seleccionar la fuente.

El método de selección de fuente BMC implica los siguientes aspectos.

Cada puerto del dispositivo recibe diferentes paquetes de anuncio, y el algoritmo de comparación de fuente de reloj BMC es ejecutado de acuerdo con la información de fuente de reloj (que incluye el nivel de calidad de la fuente de reloj, el número de serie de la fuente de reloj y la estructura topológica de transmisión de la red) contenida en el paquete de anuncio, para seleccionar la mejor fuente de reloj para cada puerto (Erbest).

El dispositivo ejecuta el algoritmo de comparación de fuente de reloj BMC de nuevo de acuerdo con la Erbest de cada puerto, y selecciona la mejor fuente de reloj para el dispositivo completo (Ebest).

El dispositivo ejecuta el algoritmo de determinación de estado de puerto BMC de acuerdo con el reloj local (D0), la mejor fuente de reloj (Erbest) para cada puerto, y la mejor fuente de reloj (Ebest) para todo el dispositivo, y determina el tipo de cada puerto: BMC_esclavo (puerto de fuente de reloj), BMC_maestro (puerto para distribuir relojes) o BMC_pasivo (puerto ni para distribuir ni para seguir relojes).

Cada puerto ejecuta la máquina de estado de puerto BMC y determina el estado del puerto de acuerdo con el estado actual del puerto y el resultado de BMC. Los estados de puerto incluyen: inicialización, escucha, error, inhabilitado, pre_maestro, maestro, no calibrado, esclavo y pasivo.

Después de que el puerto en estado maestro recibe un mensaje “esclavo”, el estado cambia a “no calibrado” y comienza el recuento de tiempo; después de que el recuento de tiempo alcanza el tiempo ajustado, el estado cambia a “esclavo”; después de que el puerto en el estado “esclavo” recibe un mensaje “maestro”, el estado cambia a “pre_maestro”, y comienza el recuento de tiempo; después de que el recuento de tiempo alcanza el tiempo ajustado, el estado cambia a “maestro”.

Después de ser aplicado el método de selección de fuente BMC anterior, es formada la red de reloj de acuerdo con la norma IEEE 1588 como se muestra en la Fig. 1. Puede verse que toda la red de reloj tiene una estructura de árbol. Cada reloj frontera (BC) consigue finalmente el seguimiento del reloj gran maestro.

En el proceso de implementación de la presente invención se considera que en las aplicaciones reales de la red de transporte, usualmente el número máximo de placas conectables a un elemento de red es mayor de diez y existen múltiples puertos en cada placa. Cada puerto tiene múltiples (por ejemplo, cinco) fuentes de reloj opcionales. Si todos los paquetes de anuncio que llegan a cada puerto participan en la selección de fuente de acuerdo con el algoritmo BMC, la selección de fuente es realizada en función de por lo menos cientos de fuentes de reloj. Además, las redes reales son diversas, y la red de reloj correspondiente es bastante complicada. Especialmente al principio de la operación de toda la red y después de que la red cambie, la red de reloj oscila fuertemente y la convergencia de la selección de fuente de reloj tiende a ser lenta.

Por ejemplo, en la arquitectura de red de reloj de la arquitectura de red de transporte mostrada en la Fig. 2, el dispositivo de capa de convergencia BC-1 tiene cuatro puertos: el puerto 1, el puerto 2, el puerto 3 y el puerto 4. En la selección de fuente basada en el algoritmo BMC existente, el proceso de selección de fuente puede implicar los siguientes problemas.

En primer lugar, el puerto 4 envía una fuente de reloj de capa de acceso cuyo estrato de reloj es más alto que el estrato de reloj del reloj local, y el dispositivo BC-1 sigue la fuente de reloj enviada por el puerto 4 de acuerdo con el algoritmo BMC.

Después, el puerto 2 envía una fuente de reloj de un reloj gran maestro de un Reloj de Referencia Primario (PRC) y el dispositivo BC-1 cambia al seguimiento de fuente del puerto 2.

Después, el puerto 3 envía la fuente de seguimiento de capa de acceso e introduce la fuente de reloj gran maestro del PRC. Sin embargo, el número de dispositivos BC en la trayectoria de la fuente de seguimiento es menor que el número de dispositivos BC en la trayectoria de la fuente de reloj introducida por el puerto 2. De acuerdo con el algoritmo BMC, el dispositivo BC-1 cambia a la fuente de seguimiento enviada por el puerto 3.

Finalmente, el puerto 1 envía una fuente de seguimiento y también introduce la fuente de reloj gran maestro del PRC. Sin embargo, el número de dispositivos BC en la trayectoria de la fuente de seguimiento es menor que el número de dispositivos BC en la trayectoria desde la fuente de reloj gran maestro introducida por el puerto 3 al dispositivo BC-1. De acuerdo con el algoritmo BMC, el dispositivo BC-1 cambia a la fuente de seguimiento enviada por el puerto 1.

Evidentemente, la fuente de seguimiento del dispositivo BC-1 es cambiada tres veces: cambio desde la fuente de seguimiento del puerto 4 a la fuente de seguimiento del puerto 2, cambio desde la fuente de seguimiento del puerto 2 a la fuente de seguimiento del puerto 3, y cambio desde la fuente de seguimiento del puerto 3 a la fuente de seguimiento del puerto 1. El reloj oscila fuertemente y la convergencia de la selección de fuente de reloj es lenta.

Además, se considera que las redes de transporte incluyen generalmente redes de capa de acceso y redes de capa de convergencia. En la planificación, una fuente de reloj maestro y una fuente de reloj esclavo están configuradas en general para la red de capa de convergencia y ciertos puertos en el dispositivo están configurados de esta forma: el puerto para recibir sólo el paquete de fuente de reloj desde la capa de acceso está configurado como un puerto para distribuir relojes en lugar de un puerto para participar en la selección de fuente; y el puerto para recibir el paquete de fuente de reloj desde la capa de convergencia está configurado como puerto para participar en la selección de fuente.

Sin embargo, de acuerdo con el método de selección de fuente BMC de la técnica anterior, los paquetes recibidos por todos los puertos del dispositivo participan en la selección de fuente, lo que no es consistente con la planificación de la red. Por ejemplo, en la arquitectura de red de reloj de otra red de transporte mostrada en la Fig. 3, de acuerdo con la planificación, una fuente de reloj maestro y una fuente de reloj esclavo están configuradas para la red de capa de convergencia. Por tanto, sólo es necesario que dos puertos para el dispositivo BC-1 en la red de capa de convergencia sean configurados para participar en la selección de fuente. Sin embargo, si se aplica el método de selección de fuente BMC, los paquetes recibidos por todos los puertos del dispositivo BC-1 participan en la selección de fuente, por ejemplo, dos tipos de paquetes recibidos por el puerto 1 y el puerto 2 desde la capa de convergencia, y ocho tipos de paquetes recibidos por el puerto 3 y el puerto 4 desde la capa de acceso. Esto es, el dispositivo BC-1 tiene que seleccionar una fuente de acuerdo con diez tipos de paquetes, lo que no es consistente con la planificación de red y tiende a provocar convergencia lenta de la selección de fuente de reloj y conlleva pérdida de recursos. Otra consecuencia es que el dispositivo de capa de convergencia tiende a seguir el reloj del dispositivo de capa de acceso, lo que no es consistente con la planificación de red.

El documento EP 0991216 A2 describe un sistema distribuido con un mecanismo para la selección automática de los relojes maestro y esclavo que van a ser usados para la sincronización de reloj. El sistema distribuido incluye un conjunto de nodos, que incluyen un primer nodo y un segundo nodo, teniendo cada uno un reloj local y un conjunto de información correspondiente al reloj local. El primer nodo transfiere un paquete a un enlace de comunicaciones que lleva la información. El segundo nodo recibe el paquete en el enlace de comunicaciones y determina si el reloj local del segundo nodo es un reloj maestro que sincroniza a un valor de tiempo en el reloj local del primer nodo o un reloj esclavo que sincroniza a un valor de tiempo del reloj local en el primer nodo comparando la información en el paquete con la información correspondiente al reloj local en el segundo nodo. La selección automática de los relojes maestro y esclavo en los nodos frontera está prevista junto con mecanismos para la determinación de los retardos de sincronización de reloj y mecanismos para la información de fluctuaciones asociadas a los dispositivos de comunicaciones.

Sumario

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método y un aparato para el seguimiento de una fuente de reloj, de manera que la selección de la fuente de reloj del dispositivo converja rápidamente.

El objetivo técnico del problema se consigue por el método de la reivindicación 1 y sus reivindicaciones dependientes y el aparato de la reivindicación 6 y sus reivindicaciones dependientes.

En la solución técnica de la presente invención, la mejor fuente de reloj que tiene que ser seguida por el dispositivo es determinada de acuerdo con la fuente de reloj seguida por el puerto candidato a esclavo en el dispositivo y por tanto, la selección de fuente de reloj del dispositivo converge rápidamente.

Breve descripción de los dibujos

Fig. 1, muestra una red de reloj de la técnica anterior correspondiente a la norma IEEE 1588;

Fig. 2, muestra una arquitectura de red de reloj de una red de transporte de la técnica anterior;

Fig. 3, muestra una arquitectura de red de reloj de otra red de transporte de la técnica anterior;

Fig. 4, es un diagrama de flujo de una primera realización de la presente invención;

Fig. 5, muestra una estructura de una segunda realización de la presente invención;

Fig. 6, muestra un arquitectura de red de reloj obtenida a través de una realización de la presente invención; y

Fig. 7, muestra otra arquitectura de red de reloj obtenida a través de una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

La primera realización de la presente invención proporciona un método para el seguimiento de una fuente de reloj. En este método, los puertos de todas las placas del dispositivo son clasificados en dos categorías: puertos candidatos a esclavo y puertos candidatos a maestro, y la fuente de reloj es seleccionada de acuerdo sólo con la fuente de reloj llevada en el paquete de anuncio recibido por el puerto candidato a esclavo para obtener la mejor fuente de seguimiento del dispositivo.

Antes de implementar la primera realización de la presente invención, los puertos del dispositivo son clasificados en las categorías: puertos candidatos a esclavo y puertos candidatos a maestro de acuerdo con la planificación de la red de reloj.

Se dan ejemplos a continuación de la planificación de la red de reloj como base para la determinación del tipo de puerto en la red de transporte:

(1) Planificación de la topología de la red de reloj de la red de transporte

Por ejemplo, para redes de transporte que incluyen en general redes de capa de convergencia y redes de capa de acceso, la planificación de la topología de la red de reloj de una red de trasporte supone que el dispositivo en la red de capa de acceso siga a la fuente de reloj del dispositivo en la red de capa de convergencia. Por tanto, en el momento de determinación del tipo de puerto, el puerto capaz de recibir sólo la información de fuente de reloj desde el dispositivo de capa de acceso es clasificado como puerto candidato a maestro para la distribución de relojes; y el puerto capaz de recibir la información de fuente de reloj desde el dispositivo de capa de convergencia es clasificado como puerto candidato a esclavo para participar en la selección de fuente de reloj, o clasificado como puerto candidato a maestro para distribuir relojes.

(2) Planificación de la fuente de reloj maestro y de la fuente de reloj esclavo en la red de capa de convergencia

Por ejemplo, para una red de transporte, una fuente de reloj maestro y una fuente de reloj esclavo son algunas veces planificadas en la red de capa de convergencia; normalmente, la fuente de reloj maestro trabaja para transmitir paquetes entre los dispositivos en la red de transporte; cuando la fuente de reloj maestro falla, la fuente de reloj esclavo trabaja para transmitir paquetes entre los dispositivos en la red de transporte. Por tanto, en esta planificación, la categorización de los puertos necesita considerar no sólo el puerto capaz de recibir la fuente de reloj maestro, sino también el puerto capaz de recibir la fuente de reloj esclavo. En esta realización, los puertos capaces de recibir la fuente de reloj maestro o los puertos capaces de recibir la fuente de reloj esclavo son clasificados como puertos candidatos a esclavo para participar en la selección de fuente de reloj, también clasificados como puertos candidatos a maestro para distribuir relojes.

La Tabla 1 muestra un ejemplo de categorización de puertos

Puerto candidato a esclavo	Puerto candidato a maestro
Puerto 1	Puerto 2
Puerto 2	Puerto 3
	Puerto 4
	Puerto 5

Tabla 1

Como se muestra en la Fig. 4, el proceso de implementación de la primera realización de la presente invención incluye las siguientes etapas:

Etapa S101: Determinar la mejor fuente de reloj (Erbest) enviada desde cada puerto candidato a esclavo de acuerdo con la información de fuente de reloj contenida en los paquetes de anuncio recibidos por todos los puertos candidatos a esclavo usando el método comparativo de selección de fuente BMC.

Etapa S102: Ejecutar el algoritmo comparativo de selección de fuente de acuerdo con la mejor fuente de reloj (Erbest) de cada puerto candidato a esclavo y usar la mejor fuente de reloj (Erbest) que tiene la mejor calidad y el camino más corto hasta el dispositivo como la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo.

En la etapa S102, la selección de la mejor fuente de seguimiento del dispositivo está basada solamente en la mejor fuente de reloj (Erbest) del puerto candidato a esclavo, y ya no está basada en la mejor fuente de reloj (Erbest) del puerto candidato a maestro. Por tanto, menos puertos participan en la selección de la mejor fuente de seguimiento (Ebest) y la selección de la fuente de reloj del dispositivo converge rápidamente.

Después, la mejor fuente de reloj (Ebest) seleccionada por el dispositivo es distribuida a través del puerto candidato a maestro en un estado BMC_maestro, según se detalla a continuación.

Etapa S103: Ejecutar el algoritmo de determinación de estado de puerto BMC según el tipo de cada puerto del dispositivo, el reloj local D0, la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo y la mejor fuente de reloj (Erbest) de cada puerto candidato a esclavo del dispositivo y determinar el estado actual de cada puerto del dispositivo: BMC_esclavo, BMC_maestro o BMC_pasivo.

Se evalúa si el estrato del reloj local (D0) del dispositivo está dentro de 1-127. Si el estrato del reloj local (D0) del dispositivo está dentro de 1-127, el reloj local (D0) tiene que ser distribuido y tiene que hacerse otra comparación entre el reloj local (D0) y la mejor fuente de reloj (Erbest) de cada puerto del dispositivo.

1. Si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo es mayor que el nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) del puerto y el puerto es clasificado como puerto candidato a maestro (o puerto candidato a maestro y puerto candidato a esclavo al mismo tiempo), el estado del puerto es determinado como BMC_maestro.

2. Si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo es mayor que el nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) del puerto pero el puerto es clasificado sólo como puerto candidato a esclavo, el estado del puerto es determinado como BMC_pasivo.

3. Si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo es inferior al nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) del puerto, el estado del puerto es determinado como BMC_pasivo.

Si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo está fuera de 1-127, se hace una comparación entre el nivel de calidad del reloj local (D0) y el nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo.

1. Si el nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo es mayor que el nivel de calidad del reloj local (D0), el puerto de la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo es determinado como puerto BMC_esclavo.

Para otros puertos en el dispositivo:

Si el puerto es clasificado como un puerto candidato a maestro (o puerto candidato a maestro y puerto candidato a esclavo al mismo tiempo) y el nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento (Erbest) del puerto es inferior al nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo, el estado del puerto es determinado como BMC_maestro; si el puerto es clasificado como un puerto candidato a maestro (o puerto candidato a maestro y puerto candidato a esclavo al mismo tiempo) y el nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) del puerto es igual al nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo, pero la topología de red de la mejor

fuente de reloj (Erbest) del puerto es peor que la topología de red de la fuente de reloj BMC (Ebest) del dispositivo, el estado del puerto es determinado como BMC_pasivo; y si el puerto es clasificado como puerto candidato a esclavo, el estado del puerto es determinado como BMC_pasivo.

2. Si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo es mayor que el nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo, el puerto tiene que distribuir el reloj local (D0) a otros dispositivos. En este caso, el estado de cada puerto del dispositivo es determinado de acuerdo con el tipo de puerto.

Si el puerto del dispositivo es clasificado como puerto candidato a maestro (o puerto candidato a maestro y puerto candidato a esclavo al mismo tiempo), y el nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) del puerto es inferior al nivel de calidad del reloj local (D0), el estado del puerto es determinado como BMC_maestro; si el puerto del dispositivo es clasificado como un puerto candidato a maestro (o puerto candidato a maestro y puerto candidato a esclavo al mismo tiempo) y el nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) del puerto es igual al nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo, pero la topología de red de la mejor fuente de reloj (Erbest) del puerto es peor que la topología de red del reloj local (D0) del dispositivo, el estado del puerto es determinado como BMC_pasivo; y si el puerto del dispositivo es clasificado como candidato a esclavo, el estado del puerto es determinado como BMC_pasivo.

Etapa S104: Ejecutar la máquina de estado de puerto BMC en cada puerto de acuerdo con el estado actual de cada puerto del dispositivo y el suceso que dispara el cambio de estado; cuando el puerto del dispositivo está en el estado BMC_maestro, enviar la mejor fuente de seguimiento seleccionada (Ebest) del dispositivo a través del puerto.

En el proceso de ejecución de la máquina de estado de puerto BMC, después de que el puerto en el estado BMC_maestro recibe un mensaje “pasivo” y/o un mensaje “esclavo”, el estado cambia a “no calibrado” y empieza el recuento de tiempo; cuando el recuento de tiempo alcanza el tiempo ajustado, el estado cambia de “no calibrado” a “esclavo”; después de que el puerto en el estado BMC_esclavo recibe un mensaje “maestro” y/o un mensaje “pasivo”, el estado cambia a “pre_maestro” y empieza el recuento de tiempo; cuando el recuento de tiempo alcanza el valor ajustado, el estado cambia de “pre_maestro” a “maestro”.

En el estado BMC_esclavo, el puerto recibe y maneja paquetes de sincronización y paquetes de respuesta de retardo y envía paquetes de petición de retardo y recupera el reloj y el tiempo de acuerdo con los contenidos incluidos en los paquetes de sincronización, los paquetes de respuesta de retardo y los paquetes de petición de retardo.

En el estado BMC_maestro, el puerto envía el paquete de sincronización y el paquete de respuesta de retardo que lleva la mejor fuente de seguimiento seleccionada (Ebest) del dispositivo y recibe y procesa el paquete de petición de retardo y distribuye el paquete de anuncio.

La segunda realización de la presente invención proporciona un aparato para el seguimiento de una fuente de reloj. Como muestra la Fig. 5, el aparato incluye una unidad de clasificación de puerto, una unidad de selección de fuente de reloj y una unidad de transmisión.

La unidad de clasificación de puerto está configurada para clasificar cada puerto del dispositivo como puerto candidato a esclavo o puerto candidato a maestro de acuerdo con la planificación de red de reloj (que incluye la planificación de la topología de la red de reloj de la red de transporte, y la planificación de la fuente de reloj esclavo y maestro). Esto es, la unidad de clasificación de puerto determina el puerto candidato a esclavo del tipo candidato a esclavo y el puerto candidato a maestro del tipo candidato a maestro en el dispositivo según la planificación de red.

La unidad de clasificación de puerto puede incluir además una primera subunidad de clasificación de puerto que está configurada para: determinar el puerto capaz de recibir la información de fuente de reloj del dispositivo de capa de convergencia como puerto candidato a esclavo y determinar el puerto capaz de recibir la información de fuente de reloj desde el dispositivo de capa de acceso como puerto candidato a maestro de acuerdo con la planificación de la topología de la red de reloj de la red de transporte. Cuando la primera subunidad de clasificación de puerto determina el puerto capaz de recibir la información de fuente de reloj del dispositivo de capa de convergencia como puerto candidato a esclavo de acuerdo con la planificación de la topología de la red de reloj de la red de transporte, la primera subunidad de clasificación de puerto determina el puerto capaz de recibir la fuente de reloj maestro o la fuente de reloj esclavo como puerto candidato a esclavo en el dispositivo de acuerdo con la planificación de las fuentes de reloj maestro y esclavo en la red de capa de convergencia. El procesamiento detallado es el mismo que se describió en la primera realización anterior, y no se describirá otra vez aquí.

La unidad de clasificación de puerto puede además incluir una segunda subunidad de clasificación de puerto que está configurada para determinar el puerto capaz de recibir la información de fuente de reloj desde el dispositivo de capa de convergencia como puerto candidato a maestro de acuerdo con la planificación de la topología de red de reloj de la red de transporte. La segunda subunidad de clasificación de puerto determina además el puerto capaz de recibir la fuente de reloj maestro o la fuente de reloj esclavo como el puerto candidato a maestro en el dispositivo de acuerdo con la planificación de las fuentes de reloj maestro y esclavo en la red. El procesamiento detallado es el mismo que el descrito en la primera realización anterior, y no se describirá otra vez aquí.

La unidad de selección de fuente de reloj usa el método comparativo de selección BMC para determinar la mejor fuente de reloj (Erbest) enviada desde cada puerto candidato a esclavo determinada por la unidad de clasificación de puerto de acuerdo con la información de fuente de reloj recibida por todos los puertos candidatos a esclavo, ejecuta el algoritmo comparativo de selección de fuente BMC de acuerdo con la mejor fuente de reloj (Erbest) de cada puerto candidato a esclavo, y determina la mejor fuente de reloj (Erbest) que tiene la mejor calidad y el camino más corto al dispositivo como la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo. El procesamiento detallado es el mismo que el descrito en la primera realización anterior, y no se describirá otra vez aquí.

La unidad de transmisión está configurada para: ejecutar el algoritmo de determinación del estado de puerto BMC de acuerdo con el tipo de cada puerto del dispositivo, el reloj local (D0) del dispositivo, la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo, y la mejor fuente de reloj (Erbest) de cada puerto candidato a esclavo y determinar el estado actual de cada puerto del dispositivo; ejecutar la máquina de estado de puerto BMC en cada puerto de acuerdo con el estado actual de cada puerto y el suceso que activa el cambio de estado y enviar la mejor fuente de seguimiento seleccionada (Ebest) del dispositivo a través del puerto del dispositivo cuando el puerto está en el estado BMC_maestro. El procesamiento detallado es el mismo que el descrito en la primera realización anterior y no es se describirá aquí otra vez.

La segunda realización de la presente invención puede no incluir ninguna unidad de clasificación de puerto. En este caso, la información de tipo de puerto del dispositivo de red tiene que ser configurada en la segunda realización de la presente invención.

La segunda realización de la presente invención puede ser integrada en el dispositivo de red.

Por la implantación de las realizaciones precedentes, se mejora la oscilación de reloj y aumenta la velocidad de convergencia de la selección de fuente de reloj. Tales efectos están descritos a continuación, tomando como ejemplo la red de transporte de la Fig. 2.

Según los requisitos de planificación de la red, en la arquitectura de red de reloj de la red de transporte mostrada en la Fig. 2, el dispositivo de capa de convergencia nunca sigue el reloj enviado por el dispositivo de capa de acceso. En este caso, el dispositivo de capa de convergencia BC-1 sólo necesita seguir el reloj enviado por el puerto 1 y el puerto 2. Por tanto, en esta realización, los cuatro puertos del dispositivo de capa de convergencia BC-1 están configurados de acuerdo con la tabla 2.

Puerto candidato a esclavo	Puerto candidato a maestro
Puerto 1	Puerto 1
Puerto 2	Puerto 2
	Puerto 3
	Puerto 4

Tabla 2

Después, es seleccionada la mejor fuente de reloj del dispositivo BC-1 teniendo en cuenta el paquete recibido por el puerto candidato a esclavo. El cambio de la fuente de reloj es como sigue:

En primer lugar, el dispositivo BC-1 sigue la fuente de reloj del puerto 2 y después sigue la fuente de reloj del puerto 1.

Por tanto, después de que ha sido aplicada la realización anterior, la fuente de reloj cambia sólo una vez. La oscilación de reloj se reduce y aumenta la velocidad de convergencia de la selección de fuente de reloj.

La implementación de la realización anterior es consistente con la planificación de la red de reloj. Tal efecto está descrito más adelante tomando como ejemplos la arquitectura de red de reloj de la red de transporte de las figuras 3 y 6.

Para la arquitectura de red de reloj de la red de transporte mostrada en la Fig. 3, el dispositivo de capa de convergencia nunca sigue el reloj enviado por el dispositivo de capa de acceso de acuerdo con los requisitos de planificación de la red. En este caso, el dispositivo de capa de convergencia BC-1 sólo tiene que seguir el reloj del puerto 1 y el puerto 2. En esta realización, por tanto, el puerto 1 y el puerto 2 están configurados como puertos candidatos a esclavo, y el puerto 2, el puerto 3, y el puerto 4 están configurados como puertos candidatos a maestro, como se muestra en la tabla 3:

Puerto candidato a esclavo	Puerto candidato a maestro
Puerto 1	Puerto 2
Puerto 2	Puerto 3
	Puerto 4

Tabla 3

De esta forma, el dispositivo selecciona la fuente de reloj teniendo en cuenta sólo los paquetes enviados por el puerto 1 y el puerto 2 (véase la curva con flechas en la Fig. 7) en lugar de los paquetes enviados por el puerto 3 o el puerto 4. Por tanto, la implementación es consistente con la planificación de la red de transporte.

Tomando como ejemplo la arquitectura de red de reloj de la red de transporte de la Fig. 6, el dispositivo de capa de convergencia nunca sigue el reloj enviado por el dispositivo de capa de acceso de acuerdo con los requisitos de planificación de la red. En este caso, el dispositivo de capa de convergencia BC-1 sólo tiene que seguir el reloj enviado por el puerto 1 y el puerto 3. En esta realización, por tanto, el puerto 1 y el puerto 3 están configurados como puertos candidatos a esclavo, y el puerto 1, el puerto 2, y el puerto 3 están configurados como puertos candidatos a maestro, como se muestra en la tabla 4:

Puerto candidato a esclavo	Puerto candidato a maestro
Puerto 1	Puerto 1
Puerto 3	Puerto 2
	Puerto 3

Tabla 4

De esta forma, el dispositivo selecciona la fuente de reloj teniendo en cuenta sólo los paquetes enviados por el puerto 1 y el puerto 3, lo que es consistente con la planificación de la red de transporte.

Como pone de manifiesto la solución técnica anterior, la mejor fuente de reloj del dispositivo es seleccionada teniendo en cuenta los paquetes recibidos por el puerto candidato a esclavo. De esta forma, menos puertos están implicados en el cálculo de la selección de fuente y menos fuentes de reloj están implicadas en la selección. Por ejemplo, si un dispositivo tiene diez placas, cada placa tiene diez puertos y cada puerto permite a lo más 5 fuentes candidatas, 500 fuentes de reloj están implicadas en la selección de acuerdo con el método de procesamiento de la técnica anterior; si se aplica una realización de la presente invención, un puerto de una placa puede ser configurado como puerto candidato a esclavo y un máximo de cinco fuentes de reloj están implicadas en la selección, lo que reduce la carga de computación a 1/100. Por tanto, el tiempo de oscilación es reducido en el proceso de selección de fuente de reloj, y aumenta la velocidad de convergencia de la fuente de reloj. Como resultado, el ancho de banda ocupado por los paquetes distribuidos es reducido.

En las realizaciones de la presente invención, el puerto candidato a esclavo implicado en la selección de fuente es determinado de acuerdo con la planificación de la red. Por tanto, se evita que el dispositivo de capa de convergencia siga la fuente de reloj enviada por el dispositivo de capa de acceso. Cuando la fuente de reloj de maestro falla, el dispositivo de capa de convergencia puede seguir la fuente de reloj esclavo y los requisitos de planificación de reloj son cumplidos estrictamente en la red de transporte que requiere alta capacidad de control.

Después de leer las realizaciones anteriores, los expertos en la técnica tendrán clara consciencia de que la presente invención puede ser implementada por medio de hardware, o por medio de software añadido a una plataforma de hardware universal necesaria. La solución técnica de la presente invención puede ser realizada como un producto de software. El producto de software puede ser almacenado en un medio de almacenamiento no volátil (como por ejemplo un CD-ROM, un disco flash USB, o disco duro móvil) y puede incluir varias instrucciones que permiten a un dispositivo informático (como por ejemplo un ordenador personal, un servidor, o un dispositivo de red) realizar los métodos previstos en las realizaciones de la presente invención.

Aunque la invención está descrita por medio de algunas realizaciones ejemplares, la invención no está limitada a tales realizaciones. Es evidente que los expertos en la técnica pueden hacer modificaciones y variaciones a la invención sin salirse del alcance de la invención. La invención está destinada a cubrir las modificaciones y variaciones previstas que estén dentro del alcance de protección definido por las siguientes reivindicaciones o sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Método para el seguimiento de una fuente de reloj, que comprende: la categorización de los puertos de un dispositivo en una red de capa de convergencia en puertos candidatos a esclavo y puertos candidatos a maestro de acuerdo con una planificación de una topología de red de reloj de una red de transporte; la determinación (S101) de la mejor fuente de reloj de cada uno de los puertos candidatos a esclavo de acuerdo con toda la información de fuente de reloj recibida por los puertos candidatos a esclavo del dispositivo usando un método comparativo de selección de fuente del Mejor Reloj Maestro, BMC; la determinación (S102) de la mejor fuente de reloj de uno de los puertos candidatos a esclavo que tiene la mejor calidad y el camino más corto al dispositivo como la mejor fuente de seguimiento del dispositivo de acuerdo con las mejores fuentes de reloj sólo seguidas por cada uno de los puertos candidatos a esclavo del dispositivo ejecutando el método comparativo de selección de fuente BMC; la determinación (S103) del estado actual de cada uno de los puertos del dispositivo en la capa de convergencia, y la distribución (S104) de la mejor fuente de seguimiento del dispositivo a través de uno de los puertos candidatos a maestro que está en estado maestro; en el que la categorización de los puertos del dispositivo en la red de capa de convergencia en puertos candidatos a esclavo y puertos candidatos a maestro comprende: la determinación de un puerto capaz de recibir la información de fuente de reloj desde un dispositivo cualquiera en la red de capa de convergencia como uno de los puertos candidatos a esclavo, y la determinación de un puerto capaz de recibir sólo información de fuente de reloj desde un dispositivo cualquiera en la red de capa de acceso como uno de los puertos candidatos a maestro de acuerdo con la planificación de la topología de la red de reloj de la red de transporte.

2. Método de seguimiento de fuente de reloj según la reivindicación 1, en el que la determinación del puerto capaz de recibir información de fuente de reloj desde un dispositivo cualquiera en la red de capa de convergencia como uno de los puertos candidatos a esclavo comprende: la determinación de un puerto capaz de recibir fuentes de reloj maestro o fuentes de reloj esclavo como uno de los puertos candidatos a esclavo de acuerdo con la planificación de las fuentes de reloj maestro y esclavo en la red de capa de convergencia.

3. Método de seguimiento de fuente de reloj según la reivindicación 1, en el que la determinación del puerto capaz de recibir sólo la información de fuente de reloj desde un dispositivo cualquiera en la red de capa de convergencia como uno de los puertos candidatos a maestro comprende: la determinación de un puerto capaz de recibir fuentes de reloj maestro o fuentes de reloj esclavo como uno de los puertos candidatos a maestro de acuerdo con la planificación de las fuentes de reloj maestro y esclavo en la red de capa de convergencia.

4. Método de seguimiento de fuente de reloj según la reivindicación 1, en el que la distribución de la mejor fuente de reloj seguida por el dispositivo a través de uno de los puertos candidatos a maestro que está en el estado maestro comprende: la determinación de si el estrato del reloj local (D0) del dispositivo está dentro de 1 a 127; la determinación de si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo es mayor que el nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) de uno de los puertos candidatos a maestro, si el estrato del reloj local (D0) del dispositivo está dentro de 1 a 127; la determinación de que el estado de uno de los puertos candidatos a maestro es el estado maestro, si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo es mayor que el nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) de uno de los puertos candidatos a maestro.

5. Método de seguimiento de fuente de reloj según la reivindicación 4, en el que la distribución de la mejor fuente de reloj seguida por el dispositivo a través de uno de los puertos candidatos a maestro que está en el estado maestro comprende además: la determinación de si el nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento del puerto (Erbest) es inferior al nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento del dispositivo (Ebest), si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo está fuera de 1-127; la determinación de que el estado del puerto candidato a maestro es el estado maestro, si el nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento del puerto (Erbest) es inferior al nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento del dispositivo (Ebest).

6. Aparato para el seguimiento de una fuente de reloj, que comprende: una unidad de clasificación de puerto configurada para clasificar los puertos de un dispositivo en una red de capa de convergencia en puertos candidatos a esclavo y puertos candidatos a maestro basándose en una planificación de una topología de red de reloj de una red de transporte; una unidad de selección de fuente de reloj configurada para determinar la mejor fuente de reloj de cada uno de los puertos candidatos a esclavo de acuerdo con toda la información de fuente de reloj recibida por los puertos candidatos a esclavo del dispositivo usando un método comparativo de selección de fuente del mejor reloj maestro (BMC); determinar la mejor fuente de reloj de uno de los puertos candidatos a esclavo que tiene la mejor calidad y el camino más corto al dispositivo como la mejor fuente de seguimiento del dispositivo de acuerdo con las mejores fuentes de reloj sólo seguidas por cada uno de los puertos candidatos a esclavo del dispositivo ejecutando el método comparativo de selección de fuente BMC y determinar el estado de cada uno de los puertos candidatos a maestro; y una unidad de transmisión configurada para determinar el estado actual de cada puerto del dispositivo en la capa de convergencia y distribuir la mejor fuente de seguimiento del dispositivo a través de uno de los puertos candidatos a maestro que está en estado maestro; en el que la unidad de clasificación de puerto comprende: una primera subunidad de clasificación de puerto configurada para determinar un puerto capaz de recibir información de fuente de reloj desde un dispositivo cualquiera en la red de capa de convergencia como uno de los puertos candidatos a esclavo, y determinar un puerto capaz de recibir sólo información de fuente de reloj desde un dispositivo cual-

quiera en la red de capa de acceso como uno de los puertos candidatos a maestro de acuerdo con la planificación de la topología de red de reloj de la red de transporte.

7. Aparato para el seguimiento de una fuente de reloj según la reivindicación 6 , en el que la determinación del puerto capaz de recibir la información de fuente de reloj desde un dispositivo cualquiera en la red de capa de convergencia como uno de los puertos candidatos a esclavo comprende: la determinación de un puerto capaz de recibir fuentes de reloj maestro o fuentes de reloj esclavo como uno de los puertos candidatos a esclavo de acuerdo con la planificación de fuentes de reloj maestro y esclavo en la red de capa de convergencia.

8. Aparato para el seguimiento de una fuente de reloj según la reivindicación 6, en el que la distribución de la mejor fuente de reloj por la unidad de transmisión comprende: determinar si el estrato del reloj local (D0) del dispositivo está dentro de 1 a 127; determinar si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo es mayor que el nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) de uno de los puertos candidatos a maestro, si el estrato del reloj local (D0) del dispositivo está dentro de 1 y 127; determinar que el estado de uno de los puertos candidatos a maestro es el estado maestro, si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo es mayor que el nivel de calidad de la mejor fuente de reloj (Erbest) de uno de los puertos candidatos a maestro; determinar si el nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento de puerto (Erbest) es inferior al nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento del dispositivo (Ebest), si el nivel de calidad del reloj local (D0) del dispositivo está fuera de 1-127; determinar que el estado del puerto candidato a maestro es el estado maestro, si el nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento del puerto (Erbest) es inferior al nivel de calidad de la mejor fuente de seguimiento del dispositivo (Ebest); distribuir la mejor fuente de reloj seguida por el dispositivo cuando el puerto candidato a maestro está en el estado maestro.

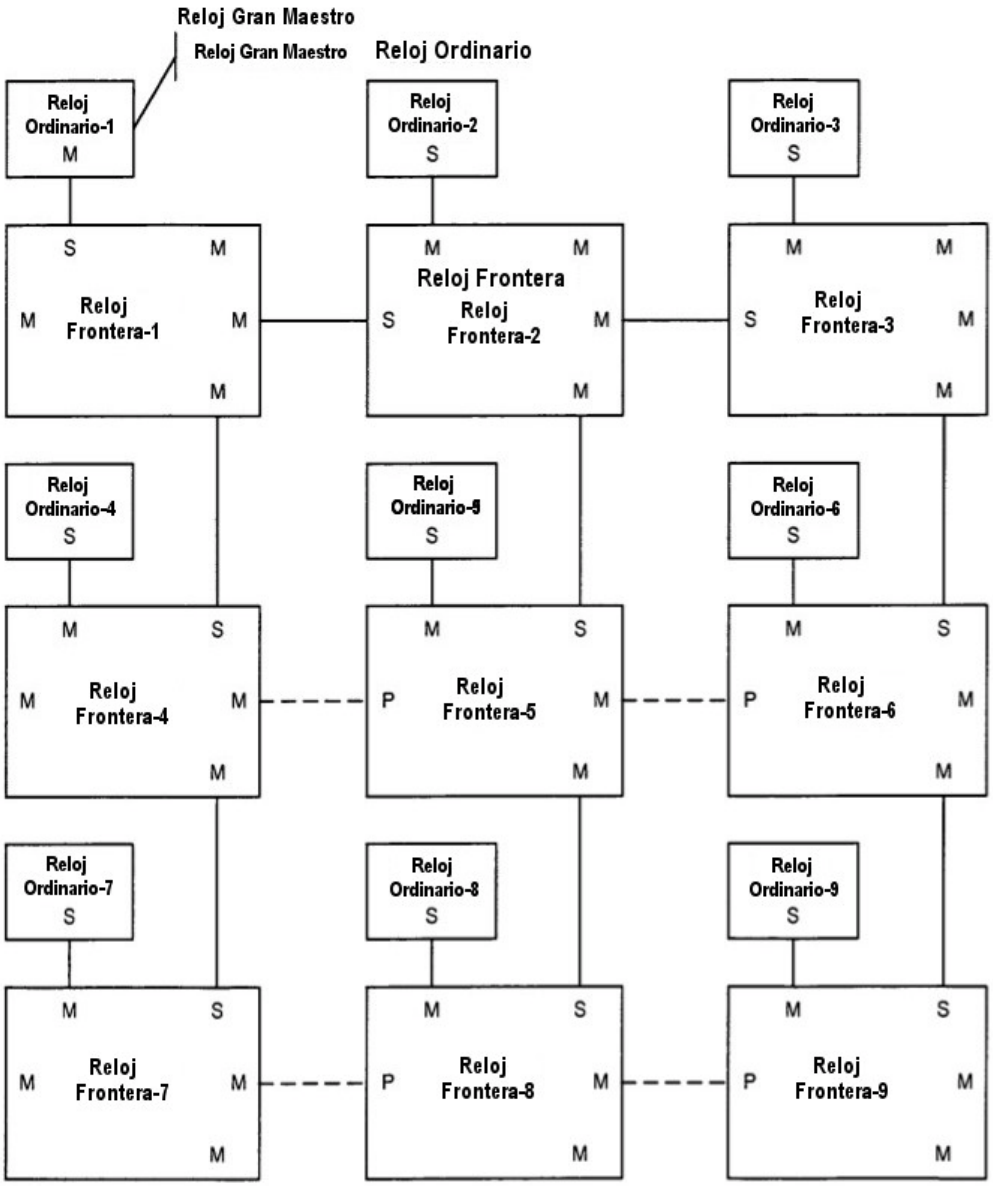
Reloj Gran Maestro
Reloj Gran Maestro
Reloj Ordinario
Reloj Ordinario-1
M
Reloj Ordinario-2
S
Reloj Ordinario-3
S
S
M
M
Reloj Frontera-1
M
M
M
M
M
Reloj Frontera
Reloj Frontera-2
S
M
M
M
M
M
Reloj Frontera-3
S
M
M
Reloj Ordinario-4
S
Reloj Ordinario-5
S
Reloj Ordinario-6
S
M
S
M
Reloj Frontera-4
M
M
M
S
P
Reloj Frontera-5
M
M
M
S
P
Reloj Frontera-6
M
M
Reloj Ordinario-7
S
Reloj Ordinario-8
S
Reloj Ordinario-9
S
M
S
M
Reloj Frontera-7
M
M
M
S
P
Reloj Frontera-8
M
M
M
S
P
Reloj Frontera-9
M
M

FIG. 1

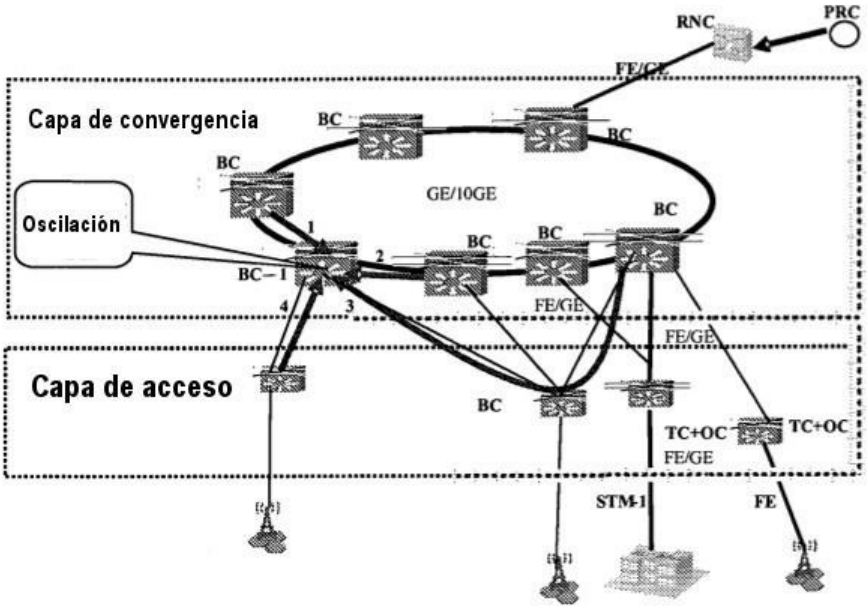
RNC
PRC
FE/GE
Capa de convergencia
BC
BC
BC
GE/10GE
BC
Oscilación
1
2
BC
BC
BC-1
4
3
FE/GE
FE/GE
Capa de acceso
BC
TC+OC
TC+OC
FE/GE
STM-1
FE

FIG. 2

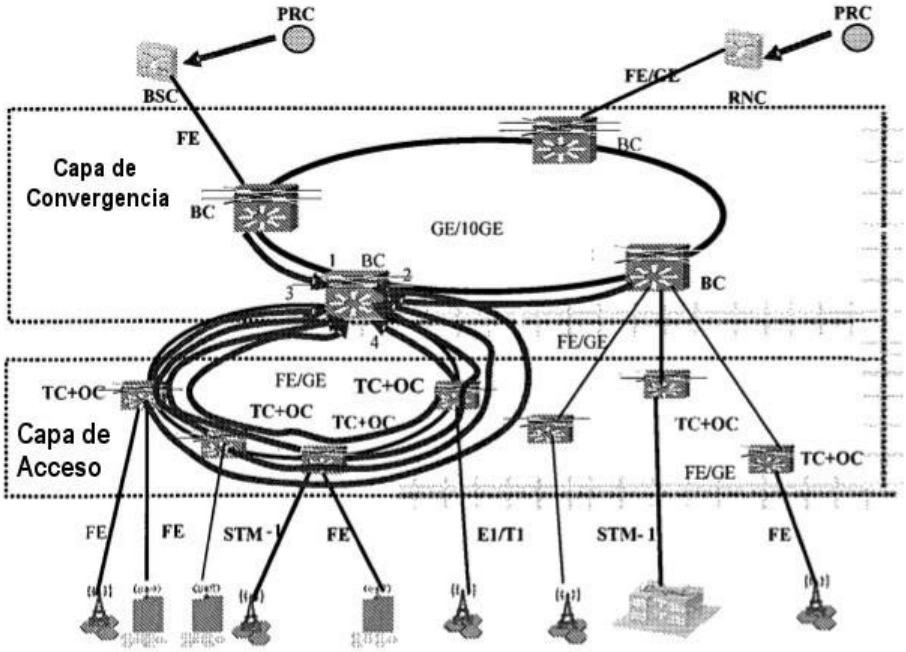
PRC
PRC
BSC
FE/GE
RNC
FE
BC
Capa de
Convergencia
BC
GE/10GE
1
BC
2
3
BC
4
FE/GE
FE/GE
TC+OC
TC+OC
TC+OC
TC+OC
TC+OC
Capa de
Acceso
TC+OC
FE/GE
FE
FE
STM-1
FE
E1/T1
STM-1
FE

FIG. 3

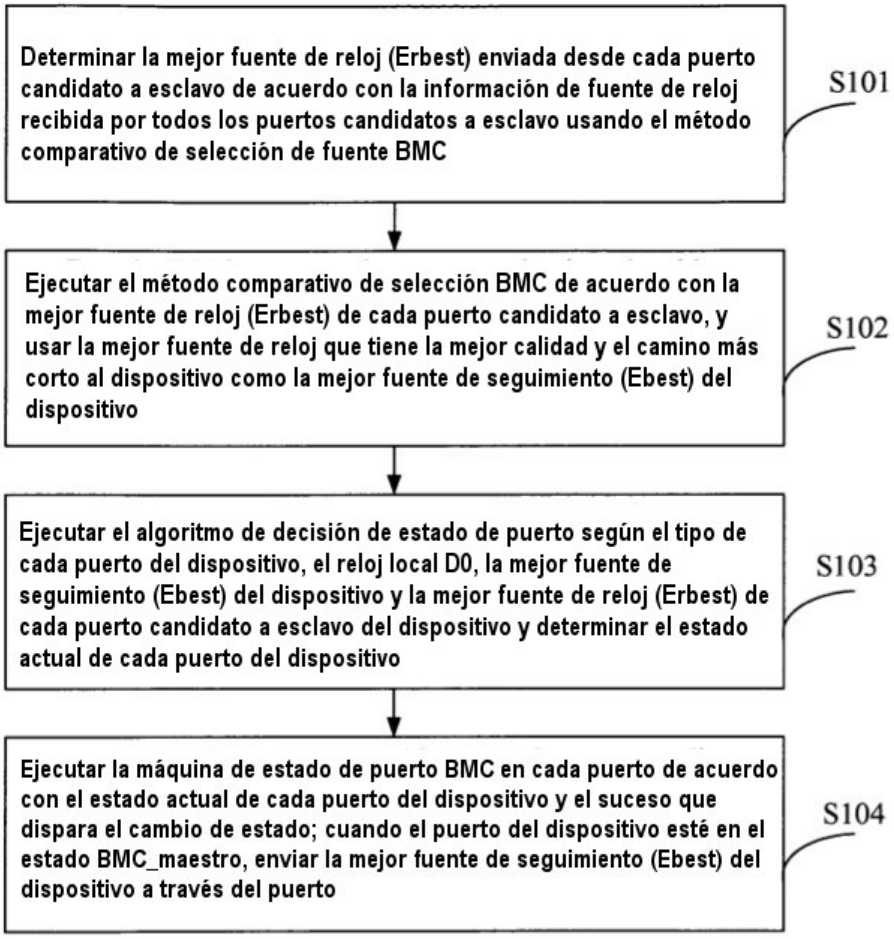
Determinar la mejor fuente de reloj (Erbest) enviada desde cada puerto candidato a esclavo de acuerdo con la información de fuente de reloj recibida por todos los puertos candidatos a esclavo usando el método comparativo de selección de fuente BMC
S101
Ejecutar el método comparativo de selección BMC de acuerdo con la mejor fuente de reloj (Erbest) de cada puerto candidato a esclavo, y usar la mejor fuente de reloj que tiene la mejor calidad y el camino más corto al dispositivo como la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo
S102
Ejecutar el algoritmo de decisión de estado de puerto según el tipo de cada puerto del dispositivo, el reloj local D0, la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo y la mejor fuente de reloj (Erbest) de cada puerto candidato a esclavo del dispositivo y determinar el estado actual de cada puerto del dispositivo
S103
Ejecutar la máquina de estado de puerto BMC en cada puerto de acuerdo con el estado actual de cada puerto del dispositivo y el suceso que dispara el cambio de estado; cuando el puerto del dispositivo esté en el estado BMC_maestro, enviar la mejor fuente de seguimiento (Ebest) del dispositivo a través del puerto
S104

FIG. 4

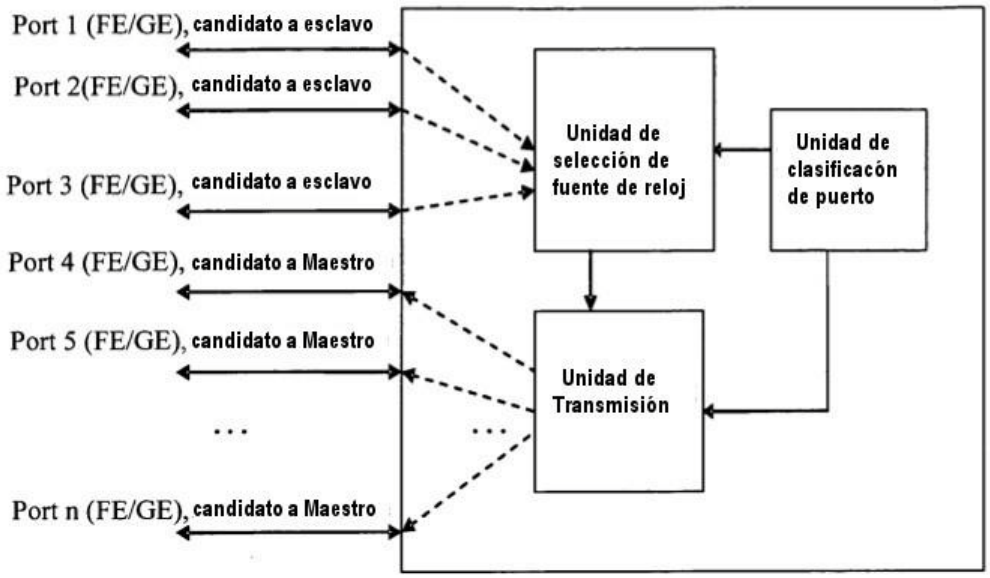
Port 1 (FE/GE), candidato a esclavo
Port 2(FE/GE), candidato a esclavo
Port 3 (FE/GE), candidato a esclavo
Port 4 (FE/GE), candidato a Maestro
Port 5 (FE/GE), candidato a Maestro
...
...
Port n (FE/GE), candidato a Maestro
Unidad de selección de fuente de reloj
Unidad de clasificacón de puerto
Unidad de Transmisión

FIG. 5

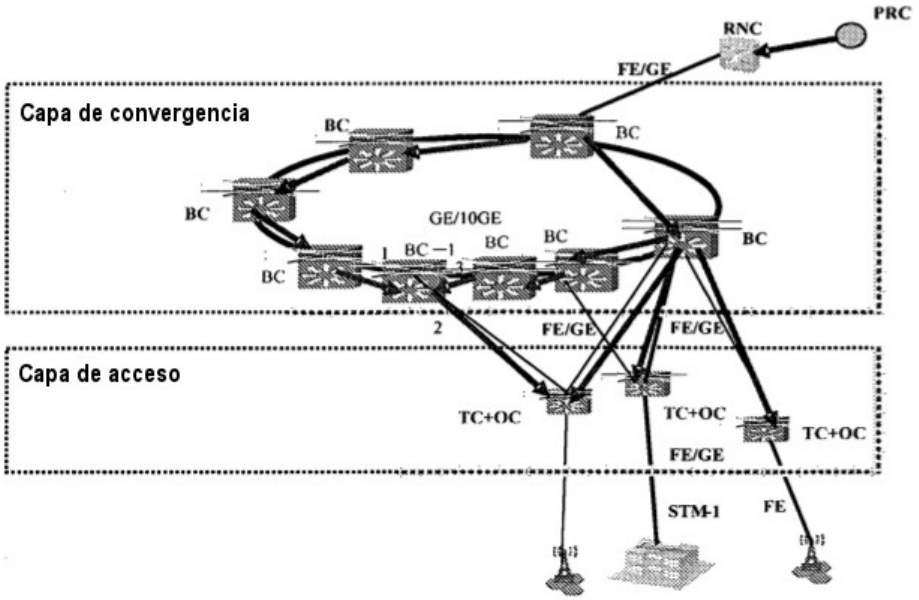
PRC
RNC
FE/GE
Capa de convergencia
BC
BC
BC
GE/10GE
BC
BC
BC
BC
BC
1
2
FE/GE
FE/GE
Capa de acceso
TC+OC
TC+OC
TC+OC
FE/GE
STM-1
FE

FIG. 6

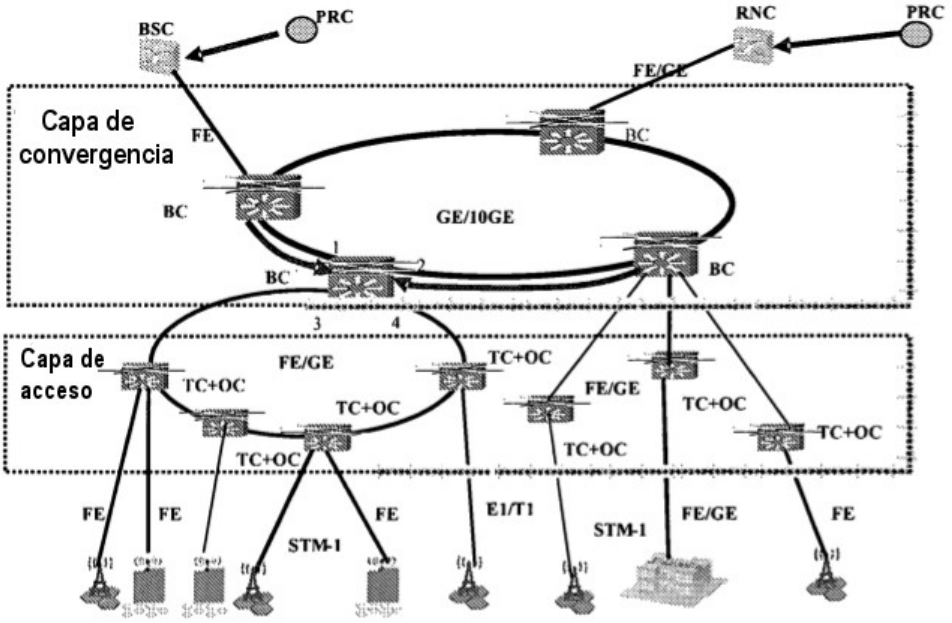
BSC
PRC
RNC
PRC
FE/GE
Capa de convergencia
FE
BC
BC
GE/10GE
1
2
BC
BC
3
4
Capa de acceso
FE/GE
TC+OC
TC+OC
TC+OC
FE/GE
TC+OC
TC+OC
TC+OC
TC+OC
FE
FE
STM-1
FE
E1/T1
STM-1
FE/GE
FE

FIG. 7