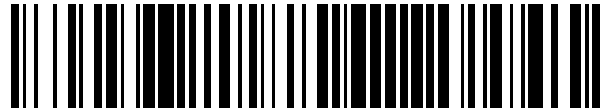


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 477**

51 Int. Cl.:

H04J 3/06 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2010 PCT/CN2010/075446**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2011 WO11085585**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2010 E 10842868 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2528254**

54 Título: **Método y dispositivo para sincronización de tiempo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.03.2017

73 Titular/es:
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:
**SHEN, XINYU;
ZHANG, JIANMEI;
LI, CONGQI;
CHANG, TIANHAI;
LIU, HAO y
LIU, ZHIGUO**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 604 477 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para sincronización de tiempo

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada con el campo de las tecnologías de las comunicaciones y, en particular, con un método y un dispositivo para la sincronización de tiempo.

Antecedentes de la invención

10 Con el desarrollo de diversas tecnologías de comunicaciones inalámbricas, tomando a modo de ejemplo el TD-SCDMA (Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, acceso múltiple por división de código síncrono y por división de tiempo), las tecnologías de comunicaciones inalámbricas tienen un requisito de sincronización de tiempo, además del requisito de sincronización de frecuencias.

15 En la actualidad, para implementar una función de sincronización de tiempo en una línea de doble fibra se utiliza generalmente un protocolo IEEE 1588V2. El principio es el siguiente: se obtiene información de los tiempos de transmisión a partir de una marca de tiempo generada cuando en la línea de doble fibra se intercambia un paquete de sincronización 1588 de reloj. Partiendo del supuesto de que el retardo de la ruta de envío y el retardo de la ruta de retorno son consistentes, se calculan el retardo de ruta y el desfase de tiempo a partir de la información de los tiempos de transmisión, y posteriormente se ajustan los relojes de un dispositivo maestro y un dispositivo esclavo con el fin de llevar a cabo la sincronización de tiempo. Sin embargo, debido a algún error de fabricación del cable de fibra o a una junta del cable de fibra, la longitud de una línea de fibra óptica de envío y la longitud de una línea de fibra óptica de retorno pueden ser diferentes, y el retardo de la ruta de envío es diferente del retardo de la ruta de retorno, por lo que se produce el desfase de tiempo. En consecuencia, es necesario compensar el retardo de ruta de la línea de doble fibra. En la actualidad existen dos métodos de compensación:

20 el primer método de compensación consiste en medir las longitudes de una línea de envío y una línea de retorno entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo mediante un OTDR (Optical Time Domain Reflectometer, reflectómetro óptico en el dominio del tiempo) o por otros medios, se calcula el error de retardo, y se compensa el tiempo actual.

25 El segundo método de compensación consiste en realizar una prueba entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo mediante GPS (Global Positioning System, sistema de posicionamiento global), comparar el tiempo GPS estándar y el tiempo recuperado de una línea de transmisión, y compensar el tiempo actual en función del resultado de la comparación.

30 En resumen, en la tecnología existente para implementar la sincronización de tiempo mediante compensación, se requiere una medición nodo a nodo durante la planificación y despliegue de la red y establecer manualmente un valor de compensación, lo que complica la planificación y el despliegue. Cuando cambia la topología de la línea, es necesario realizar de nuevo las mediciones y se debe establecer otra vez el valor de compensación, por lo que el mantenimiento resulta bastante complicado. Cuando el retardo de ruta entre los dispositivos no es fijo (por ejemplo, el desfase de tiempo cambia dinámicamente bajo una función de protección de línea), el método de compensación existente no permite resolver el problema de sincronización de tiempo. Por otro lado, cuando en la posición en la que se encuentra el dispositivo no existe señal de GPS, para capturar la señal de GPS es necesario configurar además un reloj de rubidio, y a continuación se llevan a cabo la medición y la compensación, lo que resulta complicado de realizar.

40 También se aportan otras técnicas relacionadas. Por ejemplo, el documento WO 2008/093600 A1 divulga la medición del retardo de ruta asimétrico asumiendo factores como encolamiento, tasas de datos asimétricas del enlace descendente y el enlace ascendente, así como el retardo de propagación debido a la frecuencia de la portadora, utilizando ejemplos con una sola frecuencia, como en la Fig. 3, o dos frecuencias diferentes en el enlace ascendente y en enlace descendente, como en la Fig. 4. El documento de SUNGWON LEE "An Enhanced IEEE 1588 time Synchronization Algorithm for Asymmetric Communication Link using Block Burst Transmission (Un Algoritmo IEEE 1588 mejorado de Sincronización de tiempos para un Enlace de Comunicaciones Asimétrico utilizando Transmisión de Bloques de Ráfagas)", IEEE COMMUNICATION LETTERS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, EE.UU., vol. 10, núm. 9, del 1 de septiembre de 2008 (2008-09-01), páginas 687-689, XP011234346, ISSN: 1089-7798, DOI: 10.1109/LCOM.2008.080824 propone un algoritmo para calcular la relación asimétrica del enlace de comunicaciones implementado tras los procedimientos IEEE 1588 convencionales.

Resumen de la invención

55 Con el fin de resolver el desfase de tiempo provocado por retardos de ruta inconsistentes de una línea de doble fibra y reducir la complejidad de la planificación, despliegue, mantenimiento e implementación de una red, e implementar la sincronización de tiempo en el caso de retardos de ruta no fijados, la presente invención proporciona un método y un dispositivo para la sincronización de tiempo.

Este problema técnico se resuelve mediante el método de acuerdo con la reivindicación 1 y el dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2.

Las soluciones técnicas proporcionadas por la presente invención aportan los siguientes efectos positivos.

5 La línea bidireccional de una sola fibra se utiliza como línea de sincronización de reloj, el paquete de sincronización 1588 de reloj se intercambia con el dispositivo maestro a través de la línea de sincronización de reloj de acuerdo con el modo de operación de la línea de sincronización de reloj, con el fin de obtener la información de los tiempos de transmisión, y se ajusta el reloj del sistema recuperado de acuerdo con el modo de operación y la información de los tiempos de transmisión, realizándose de este modo una sincronización de tiempo sin errores, y la fiabilidad de la transmisión de reloj es alta; no se requieren la medición de la longitud de una línea o la medición GPS, la utilización de un reloj de sincronización es sencilla, no es necesario configurar además un reloj de rubidio, y la complejidad de la planificación, el despliegue, el mantenimiento y la implementación es reducida; y también se puede implementar la sincronización de tiempo en el caso de un retardo de ruta variable.

Breve descripción de los dibujos

15 La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un método para la sincronización de tiempo de acuerdo con el Modo de realización 1 de la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama de flujo de un método para la sincronización de tiempo de acuerdo con el Modo de realización 2 de la presente invención;

la FIG. 3 es un diagrama esquemático de la obtención de información de los tiempos de transmisión de acuerdo con el Modo de realización 2 de la presente invención;

20 la FIG. 4 es un diagrama esquemático de la estructura de un dispositivo para la sincronización de tiempo de acuerdo con el Modo de realización 3 de la presente invención;

la FIG. 5 es un diagrama esquemático de la estructura de un sistema para la sincronización de tiempo de acuerdo con el Modo de realización 3 de la presente invención;

25 la FIG. 6 es un diagrama esquemático de la estructura de un modo de servicio bidireccional de una sola fibra de acuerdo con el Modo de realización 3 de la presente invención; y

la FIG. 7 es un diagrama esquemático de la estructura de un modo de servicio bidireccional de doble fibra de acuerdo con el Modo de realización 3 de la presente invención.

Descripción detallada de los modos de realización

30 Con el fin de hacer que resulten más claros los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de la presente invención, a continuación se describen en detalle algunos modos de realización de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Modo de realización 1

Haciendo referencia a la FIG. 1, este modo de realización proporciona un método para la sincronización de tiempo. El método incluye los siguientes pasos:

35 101: Un dispositivo esclavo selecciona un puerto de una línea bidireccional de una sola fibra como puerto de sincronización de un protocolo 1588 de reloj, y especifica un modo de operación del puerto de sincronización;

102: Intercambiar un paquete 1588 de sincronización de reloj con un dispositivo maestro a través del puerto de sincronización de acuerdo con el modo de operación;

40 103: De acuerdo con el paquete 1588 de sincronización de reloj, obtener información de los tiempos de transmisión y recuperar un reloj del sistema; y

104: Ajustar el reloj del sistema de acuerdo con el modo de operación y la información de los tiempos de transmisión.

45 Mediante el método proporcionado por este modo de realización, la línea bidireccional de una sola fibra se utiliza como línea de sincronización de reloj, el paquete 1588 de sincronización de reloj se intercambia con el dispositivo maestro a través de la línea de sincronización de reloj de acuerdo con el modo de operación de la línea de sincronización de reloj, con el fin de obtener la información de los tiempos de transmisión, y ajustar el reloj del sistema recuperado de acuerdo con el modo de operación y la información de los tiempos de transmisión, realizándose de este modo una sincronización de tiempo sin errores, y la fiabilidad de la transmisión de reloj es alta; no se requieren la medición de la longitud de una línea o la medición GPS, la utilización de un reloj de sincronización es sencilla, no es necesario configurar además un reloj de rubidio, y la complejidad de la planificación, el despliegue,

50

el mantenimiento y la implementación es reducida; y también se puede implementar la sincronización de tiempo en el caso de un retardo de ruta variable.

Modo de realización 2

5 Haciendo referencia a la FIG. 2, este modo de realización proporciona un método para la sincronización de tiempo. El método incluye los siguientes pasos.

201: Un dispositivo maestro y un dispositivo esclavo seleccionan un puerto de una línea bidireccional de una sola fibra como un puerto de sincronización de un protocolo 1588 de reloj;

10 Antes de seleccionar el puerto de sincronización, el dispositivo se puede identificar a sí mismo como dispositivo maestro o dispositivo esclavo configurando un estado de reloj maestro o esclavo del puerto de sincronización del propio dispositivo.

En un sistema de sincronización de reloj, el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo deben seleccionar como línea de sincronización de reloj la misma línea bidireccional de una sola fibra.

202: El dispositivo maestro y el dispositivo esclavo establecen el modo de operación del puerto de sincronización.

15 En el sistema de sincronización de reloj, el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo deben seleccionar el mismo modo de operación. Los modos de operación incluyen, específicamente, un modo de multiplexación por división de tiempo y un modo de multiplexación por división de longitud de onda.

203: El dispositivo maestro y el dispositivo esclavo intercambian, de acuerdo con el modo de operación, un paquete 1588 de sincronización de reloj.

Cuando el modo de operación es el modo de multiplexación por división de tiempo,

20 en un primer intervalo de tiempo T1, un dispositivo maestro le envía a un dispositivo esclavo a través del puerto de sincronización un paquete Sync de sincronización; en un segundo intervalo de tiempo T2, después de haber recibido el paquete Sync a través del puerto de sincronización, el dispositivo esclavo le envía al dispositivo maestro a través del puerto de sincronización un paquete Delay_Req de consulta de retardo; en un tercer intervalo de tiempo T3, después de haber recibido el paquete Delay_Req, el dispositivo maestro le devuelve al dispositivo esclavo a través del puerto de sincronización un paquete Delay_Resp de respuesta de retardo; y el dispositivo esclavo recibe el paquete Delay_Resp a través del puerto de sincronización.

Cuando el modo de operación es el modo de multiplexación por división de longitud de onda,

30 un dispositivo maestro le envía a un dispositivo esclavo a través del puerto de sincronización un paquete Sync de sincronización con una longitud de onda correspondiente a la longitud de onda de envío λ_1 (esto es, una frecuencia de envío f_1); después de haber recibido el paquete Sync a través del puerto de sincronización, el dispositivo esclavo le envía al dispositivo maestro a través del puerto de sincronización un paquete Delay_Req de consulta de retardo con una longitud de onda correspondiente a la longitud de onda de retorno λ_2 (esto es, una frecuencia de retorno f_2); después de haber recibido el paquete Delay_Req, el dispositivo maestro le devuelve al dispositivo esclavo a través del puerto de sincronización un paquete Delay_Resp de respuesta de retardo correspondiente a la longitud de onda de envío λ_1 ; y el dispositivo esclavo recibe el paquete Delay_Resp a través del puerto de sincronización.

204: El dispositivo maestro y el dispositivo esclavo obtienen la información de los tiempos de transmisión a partir de una marca de tiempo generada durante el intercambio del paquete 1588 de sincronización de reloj.

40 La información de los tiempos de transmisión consiste, específicamente, en un primero tiempo t_1 , un segundo tiempo t_2 , un tercer tiempo t_3 , y un cuarto tiempo t_4 . El primer tiempo t_1 es el instante del envío del paquete Sync por parte del dispositivo maestro; el segundo tiempo t_2 es el instante de la recepción del paquete Sync por parte del dispositivo esclavo; el tercer tiempo t_3 es el instante del envío del paquete Delay_Req por parte del dispositivo esclavo; y el cuarto tiempo t_4 es el instante de la recepción del paquete Delay_Req por parte del dispositivo maestro, en donde el cuarto tiempo puede ser transportado en el paquete Delay_Resp a transmitir al dispositivo esclavo.

45 Haciendo referencia a la FIG. 3, la obtención de la información de los tiempos de transmisión por parte del dispositivo maestro y el dispositivo esclavo incluye, específicamente:

obtener el primer tiempo y el segundo tiempo a partir de una marca de tiempo generada durante el intercambio del paquete de sincronización, y obtener el tercer tiempo y el cuarto tiempo a partir de una marca de tiempo generada durante el intercambio del paquete de consulta de retardo.

50 205: El dispositivo maestro y el dispositivo esclavo recuperan un reloj del sistema de acuerdo con el paquete 1588 de sincronización de reloj.

206: El dispositivo esclavo ajusta el reloj del sistema de acuerdo con el modo de operación y la información de los

tiempos de transmisión.

a) Cuando el modo de operación es el modo de multiplexación por división de tiempo, se aplican los siguientes pasos.

5 a1) Calcular el retardo de ruta y el desfase de tiempo de acuerdo con una primera fórmula y una segunda fórmula, en donde

la primera fórmula es $t_2 - t_1 = \text{Retardo} + \text{Diferencia}$,

la segunda fórmula es $t_4 - t_3 = \text{Retardo2} - \text{Diferencia}$,

$$\text{Retardo} = [(t_2 - t_1) + (t_4 - t_3)] / 2$$

$$\text{Diferencia} = [(t_2 - t_1) - (t_4 - t_3)] / 2, \text{ y}$$

10 t_1 representa el primer tiempo, t_2 representa el segundo tiempo, t_3 representa el tercer tiempo, t_4 representa el cuarto tiempo, Retardo representa el retardo de la ruta, y Diferencia representa el desfase de tiempo.

a2) Ajustar el reloj del sistema de acuerdo con el desfase de tiempo Diferencia.

Concretamente, el reloj del sistema se ajusta haciendo $t' = t - \text{Diferencia}$

en donde t' es el reloj del sistema después del ajuste, y t es el reloj del sistema antes del ajuste.

15 Cuando el modo de operación es el modo de multiplexación por división de longitud de onda, se aplican los siguientes pasos.

b1) Calcular el desfase de tiempo, el retardo de la ruta de envío, y el retardo de la ruta de retorno de acuerdo con una tercera fórmula, una cuarta fórmula, una quinta fórmula y una sexta fórmula, en donde

la tercera fórmula es $t_2 - t_1 = \text{Retardo} + \text{Diferencia}$,

20 la cuarta fórmula es $t_4 - t_3 = \text{Retardo2} - \text{Diferencia}$,

la quinta fórmula es $\text{Retardo1} = L / V_1$,

la sexta fórmula es $\text{Retardo2} = L / V_2$,

$$\text{Diferencia} = [V_1 \times (t_2 - t_1) - V_2 \times (t_4 - t_3)] / (V_1 + V_2)$$

$$\text{Retardo1} = t_2 - t_1 - \text{Diferencia}$$

25 $\text{Retardo2} = t_4 - t_3 + \text{Diferencia}$, y

t_1 representa el primer tiempo, t_2 representa el segundo tiempo, t_3 representa el tercer tiempo, t_4 representa el cuarto tiempo, Diferencia representa el desfase de tiempo, Retardo1 representa el retardo de la ruta de envío, Retardo2 representa el retardo de la ruta de retorno, L representa la longitud de la línea bidireccional de una sola fibra, V_1 representa la velocidad de propagación de envío y se puede determinar en función de la longitud de onda λ_1 de envío, y V_2 representa la velocidad de propagación de retorno y se puede determinar de acuerdo con la longitud de onda λ_2 de retorno.

30

b2) Calcular la compensación del retardo en función del retardo de la ruta de envío y el retardo de la ruta de retorno.

Concretamente, la compensación del retardo se calcula de acuerdo con una séptima fórmula.

$$\text{La séptima fórmula es } \Delta t = (\text{Retardo2} - \text{Retardo1}) / 2,$$

35 en donde Δt representa la compensación del retardo.

La compensación del retardo se realiza porque frecuencias de línea diferentes dan lugar a una dispersión diferente y a un retardo inconsistente, que es completamente diferente del retardo inconsistente debido a longitudes de línea diferentes de la técnica anterior.

b3) Ajustar el reloj del sistema de acuerdo con el desfase de tiempo Diferencia y la compensación del retardo Δt .

40 Concretamente, el reloj del sistema se ajusta haciendo $t' = t - \text{Diferencia}$,

en donde t' es el reloj del sistema después del ajuste, y t es el reloj del sistema antes del ajuste.

Además, el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo pueden transmitir el paquete 1588 de sincronización de reloj

y un paquete de servicio a través de la línea bidireccional de una sola fibra, en donde el paquete 1588 de sincronización de reloj puede ser transmitido en un byte suplementario del paquete de servicio.

Además, el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo pueden transmitir únicamente el paquete 1588 de sincronización de reloj a través de la línea bidireccional de una sola fibra, y el paquete de servicio puede ser transmitido a través de otra línea. Por ejemplo, la otra línea puede ser una línea bidireccional de doble fibra utilizada para el paquete de servicio en la técnica anterior, con el fin de que también sea compatible con la técnica anterior.

Mediante el método proporcionado por este modo de realización, el dispositivo esclavo utiliza la línea bidireccional de una sola fibra como línea de sincronización de reloj, intercambia el paquete 1588 de sincronización de reloj con el dispositivo maestro a través de la línea de sincronización de reloj de acuerdo con el modo de operación de la línea de sincronización de reloj, con el fin de obtener la información de los tiempos de transmisión, y ajusta el reloj del sistema recuperado de acuerdo con el modo de operación y la información de los tiempos de transmisión, realizándose de este modo una sincronización de tiempo sin errores, y la fiabilidad de la transmisión de reloj es alta; no se requieren la medición de la longitud de una línea o la medición GPS, la utilización de un reloj de sincronización es sencilla, no es necesario configurar además un reloj de rubidio, y la complejidad de la planificación, el despliegue, el mantenimiento y la implementación es reducida; y también se puede implementar la sincronización de tiempo en el caso de un retardo de ruta variable.

Modo de realización 3

Haciendo referencia a la FIG. 4, este modo de realización proporciona un dispositivo para la sincronización de tiempo. El dispositivo incluye:

un módulo 301 de procesamiento de línea, configurado para seleccionar un puerto de una línea bidireccional de una sola fibra como puerto de sincronización de un protocolo 1588 de reloj, y especificar un modo de operación del puerto de sincronización; intercambiar un paquete 1588 de sincronización de reloj con un dispositivo maestro a través del puerto de sincronización de acuerdo con el modo de operación; y obtener información de los tiempos de transmisión de acuerdo con el paquete 1588 de sincronización de reloj;

un módulo 302 de recuperación de reloj, configurado para recuperar el reloj del sistema de acuerdo con el paquete 1588 de sincronización de reloj; y

un módulo 303 de ajuste de reloj, configurado para ajustar el reloj del sistema de acuerdo con el modo de operación y la información de los tiempos de transmisión.

Cuando el modo de operación es un modo de multiplexación por división de tiempo, el módulo 301 de procesamiento de línea incluye:

una primera unidad de intercambio de paquetes, configurada para recibir a través del puerto de sincronización un paquete de sincronización enviado por un dispositivo maestro en un primer intervalo de tiempo; enviarle al dispositivo maestro a través del puerto de sincronización un paquete de consulta de retardo en un segundo intervalo de tiempo; y recibir a través del puerto de sincronización un paquete de respuesta de retardo devuelto por el dispositivo maestro en un tercer intervalo de tiempo.

Cuando el modo de operación es un modo de multiplexación por división de longitud de onda, el módulo 301 de procesamiento de línea incluye:

una segunda unidad de intercambio de paquetes, configurada para recibir a través del puerto de sincronización un paquete de sincronización con una longitud de onda correspondiente a la longitud de onda de envío, enviado por un dispositivo maestro; enviarle al dispositivo maestro a través del puerto de sincronización un paquete de consulta de retardo con una longitud de onda correspondiente a la longitud de onda de retorno; y recibir a través del puerto de sincronización un paquete de respuesta de retardo con una longitud de onda correspondiente a la longitud de onda de envío devuelto por el dispositivo maestro.

El módulo 301 de procesamiento de línea incluye:

una unidad de obtención de tiempo, configurada para: obtener un primer tiempo y un segundo tiempo a partir de una marca de tiempo generada durante el intercambio del paquete de sincronización, en donde el paquete 1588 de sincronización de reloj incluye el paquete de sincronización y el paquete de consulta de retardo, el primer tiempo es el instante del envío del paquete de sincronización por parte del dispositivo maestro, y el segundo tiempo es el instante de la recepción del paquete de sincronización por parte de un dispositivo esclavo; y

obtener un tercer tiempo y un cuarto tiempo a partir de una marca de tiempo generada durante el intercambio del paquete de consulta de retardo, en donde el tercer tiempo es el instante del envío del paquete de consulta de retardo por parte del dispositivo esclavo, y el cuarto tiempo es el instante de la recepción del paquete de consulta de retardo por parte del dispositivo maestro.

Cuando el modo de operación es el modo de multiplexación por división de tiempo, el módulo 303 de ajuste de reloj

incluye:

una primera unidad de cálculo, configurada para calcular el desfase de tiempo en función del primer tiempo, el segundo tiempo, el tercer tiempo, y el cuarto tiempo; y

una primera unidad de ajuste, configurada para ajustar el reloj del sistema de acuerdo con el desfase de tiempo.

5 La primera unidad de cálculo está configurada específicamente para:

calcular el desfase de tiempo $Diferencia = [(t2-t1)-(t4-t3)]/2$ de acuerdo con una primera fórmula y una segunda fórmula, en donde

la primera fórmula es $t2 - t1 = Retardo + Diferencia$,

la segunda fórmula es $t4 - t3 = Retardo2 - Diferencia$, y

10 $t1$ representa el primer tiempo, $t2$ representa el segundo tiempo, $t3$ representa el tercer tiempo, $t4$ representa el cuarto tiempo, Retardo representa el retardo de la ruta, y Diferencia representa el desfase de tiempo.

Cuando el modo de operación es el modo de multiplexación por división de longitud de onda, el módulo 303 de ajuste del reloj incluye:

15 una segunda unidad de cálculo, configurada para calcular el desfase de tiempo $Diferencia = [V1 \times (t2-t1) - V2 \times (t4-t3)] / (V1+V2)$, el retardo de la ruta de envío $Retardo1 = t2-t1-Diferencia$, y el retardo de la ruta de retorno $Retardo2 = t4-t3+Diferencia$ de acuerdo con una tercera fórmula, una cuarta fórmula, una quinta fórmula, y una sexta fórmula;

una tercera unidad de cálculo, configurada para calcular la compensación del retardo en función del retardo de la ruta de envío y el retardo de la ruta de retorno; y

20 una segunda unidad de ajuste, configurada para ajustar el reloj del sistema de acuerdo con el desfase de tiempo y la compensación del retardo, en donde

la tercera fórmula es $t2 - t1 = Retardo + Diferencia$,

la cuarta fórmula es $t4 - t3 = Retardo2 - Diferencia$,

la quinta fórmula es $Retardo1 = L / V1$,

la sexta fórmula es $Retardo2 = L / V2$,

25 $t1$ representa el primer tiempo, $t2$ representa el segundo tiempo, $t3$ representa el tercer tiempo, $t4$ representa el cuarto tiempo, Diferencia representa el desfase de tiempo, Retardo1 representa el retardo de la ruta de envío, Retardo2 representa el retardo de la ruta de retorno, L representa la longitud de la línea bidireccional de una sola fibra, V1 representa la velocidad de propagación de envío y se determina en función de la longitud de onda de envío en el modo de multiplexación por división de longitud de onda, y V2 representa la velocidad de propagación de retorno y se determina de acuerdo con la longitud de onda de retorno en el modo de multiplexación por división de longitud de onda.

30 La tercera unidad de cálculo está configurada específicamente para:

calcular la compensación del retardo de acuerdo con una séptima fórmula.

La séptima fórmula es $\Delta t = (Retardo2 - Retardo1) / 2$,

35 en donde Δt representa la compensación del retardo.

El dispositivo para la sincronización de tiempo proporcionado en este modo de realización y el dispositivo esclavo del modo de realización del método son parte del mismo concepto. Para el proceso concreto de implementación del dispositivo se puede hacer referencia al modo de realización del método, por lo que no se describirán de nuevo los detalles en la presente solicitud.

40 Adicionalmente, haciendo referencia a la FIG. 5, en un sistema de sincronización de tiempo, además de un dispositivo esclavo también se incluye un dispositivo maestro correspondiente. El dispositivo maestro también incluye un módulo 301 de procesamiento de línea y un módulo 302 de recuperación de reloj. La diferencia radica en que el estado de reloj maestro o esclavo del dispositivo esclavo es dispositivo esclavo y el estado de reloj maestro o esclavo del dispositivo maestro es dispositivo maestro, y que el dispositivo maestro no incluye un módulo 303 de ajuste del reloj. En relación con el proceso de interacción entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo se puede hacer referencia al modo de realización del método, por lo que los detalles no se describirán de nuevo en la presente solicitud.

Además, haciendo referencia a la FIG. 6, el módulo 301 de procesamiento de línea del dispositivo maestro y el dispositivo esclavo puede transmitir un paquete 1588 de sincronización de reloj y un paquete de servicio a través de una línea bidireccional de una sola fibra, en donde el paquete 1588 de sincronización de reloj puede ser transmitido a través del byte suplementario del paquete de servicio, esto es, un modo de servicio bidireccional de una sola fibra.

- 5 Además, el módulo 301 de procesamiento de línea del dispositivo maestro y el dispositivo esclavo puede transmitir únicamente el paquete 1588 de sincronización de reloj a través de la línea bidireccional de una sola fibra, y el paquete de servicio puede ser transmitido a través de otra línea, esto es, un modo de servicio bidireccional de doble fibra. Por ejemplo, haciendo referencia a la FIG. 7, la otra línea puede ser una línea bidireccional de doble fibra utilizada para el paquete de servicio en la técnica anterior, con el fin de que también sea compatible con la técnica anterior.
- 10

Mediante el dispositivo proporcionado por este modo de realización, la línea bidireccional de una sola fibra se utiliza como línea de sincronización de reloj, el paquete 1588 de sincronización de reloj se intercambia con el dispositivo maestro a través de la línea de sincronización de reloj de acuerdo con el modo de operación de la línea de sincronización de reloj, con el fin de obtener la información de los tiempos de transmisión y ajustar el reloj del sistema recuperado de acuerdo con el modo de operación y la información de los tiempos de transmisión, realizándose de este modo una sincronización de tiempo sin errores, y la fiabilidad de la transmisión de reloj es alta; no se requieren la medición de la longitud de una línea o la medición GPS, la utilización de un reloj de sincronización es sencilla, no es necesario configurar además un reloj de rubidio, y la complejidad de la planificación, el despliegue, el mantenimiento y la implementación es reducida; y también se puede implementar la sincronización de tiempo en el caso de un retardo de ruta variable.

15

20

La totalidad o una parte de los contenidos de las soluciones técnicas de acuerdo con los modos de realización anteriores se pueden implementar mediante la programación de un software. El programa de software se almacena en un medio de almacenamiento legible, como por ejemplo un disco duro, un disco óptico o un disquete en un ordenador.

- 25 La descripción anterior se refiere únicamente a algunos ejemplos de modos de realización de la presente invención, pero no pretende limitar la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para sincronización de tiempo entre un dispositivo esclavo y un dispositivo maestro, intercambiándose paquetes de servicio el dispositivo esclavo y el dispositivo maestro a través de dos líneas, caracterizado por:
- 5 seleccionar (101), por parte del dispositivo esclavo y el dispositivo maestro, un puerto de una línea bidireccional de una sola fibra, que es una de las dos líneas, como puerto de sincronización de un protocolo IEEE 1588 de reloj, y especificar como modo de operación del puerto de sincronización el modo de multiplexación por división de longitud de onda, en donde la línea bidireccional de una sola fibra es una de las dos líneas;
- 10 transmitir un paquete IEEE 1588 de sincronización de reloj a través de la línea bidireccional de una sola fibra entre el dispositivo esclavo y el dispositivo maestro, en donde el paquete IEEE 1588 de sincronización de reloj comprende un paquete de sincronización y un paquete de consulta de retardo;
- intercambiar (102) el paquete de sincronización y el paquete de consulta de retardo con un dispositivo maestro a través del puerto de sincronización de acuerdo con el modo de operación, en donde el paso de intercambiar (102) el paquete IEEE 1588 de sincronización de reloj con el dispositivo maestro a través del puerto de sincronización de acuerdo con el modo de operación comprende, específicamente:
- 15 recibir, por parte del dispositivo esclavo y a través del puerto de sincronización, el paquete de sincronización con una longitud de onda correspondiente a una longitud de onda de envío enviado por el dispositivo maestro;
- enviarle al dispositivo maestro, por parte del dispositivo esclavo y a través del puerto de sincronización, el paquete de consulta de retardo con una longitud de onda correspondiente a una longitud de onda de retorno; y
- 20 recibir, por parte del dispositivo esclavo y a través del puerto de sincronización, el paquete de respuesta de retardo con la longitud de onda correspondiente a la longitud de onda de envío devuelto por el dispositivo maestro;
- obtener un primer tiempo y un segundo tiempo a partir de una marca de tiempo generada durante el intercambio del paquete de sincronización, en donde el primer tiempo es el instante del envío del paquete de sincronización por parte del dispositivo maestro, y el segundo tiempo es el instante de la recepción del paquete de sincronización por parte del dispositivo esclavo;
- 25 obtener un tercer tiempo y un cuarto tiempo a partir de una marca de tiempo generada durante el intercambio del paquete de consulta de retardo, en donde el tercer tiempo es el instante del envío del paquete de consulta de retardo por parte del dispositivo esclavo, y el cuarto tiempo es el instante de la recepción del paquete de consulta de retardo por parte del dispositivo maestro;
- recuperar (103) un reloj del sistema de acuerdo con el paquete IEEE 1588 de sincronización de reloj; y
- 30 ajustar (104) el reloj del sistema de acuerdo con el modo de operación, el primer tiempo, el segundo tiempo, el tercer tiempo y el cuarto tiempo;
- en donde el paso de ajustar (104) el reloj del sistema de acuerdo con el modo de operación, el primer tiempo, el segundo tiempo, el tercer tiempo y el cuarto tiempo, comprende:
- 35 calcular un desfase de tiempo $Diferencia = [V1 \times (t2 - t1) - V2 \times (t4 - t3)] / (V1 + V2)$, un retardo de la ruta de envío $Retardo1 = t2 - t1 - Diferencia$, y un retardo de la ruta de retorno $Retardo2 = t4 - t3 + Diferencia$ de acuerdo con una tercera fórmula, una cuarta fórmula, una quinta fórmula, y una sexta fórmula;
- calcular una compensación de retardo en función del retardo de la ruta de envío y el retardo de la ruta de retorno de acuerdo con una séptima fórmula; y
- ajustar el reloj del sistema de acuerdo con el desfase de tiempo y la compensación del retardo, en donde
- 40 la tercera fórmula es $t2 - t1 = Retardo1 + Diferencia$,
- la cuarta fórmula es $t4 - t3 = Retardo2 - Diferencia$,
- la quinta fórmula es $Retardo1 = L / V1$,
- la sexta fórmula es $Retardo2 = L / V2$, y
- la séptima fórmula es $\Delta t = (Retardo2 - Retardo1) / 2$;
- 45 en donde $t1$ representa el primer tiempo, $t2$ representa el segundo tiempo, $t3$ representa el tercer tiempo, $t4$ representa el cuarto tiempo, $Diferencia$ representa el desfase de tiempo, $Retardo1$ representa el retardo de la ruta de envío, $Retardo2$ representa el retardo de la ruta de retorno, L representa la longitud de la línea bidireccional de una sola fibra, $V1$ representa la velocidad de propagación de envío y se determina en función de la longitud de onda de envío en el modo de multiplexación por división de longitud de onda, y $V2$ representa la velocidad de propagación de

retorno y se determina de acuerdo con la longitud de onda de retorno en el modo de multiplexación por división de longitud de onda, y Δt representa la compensación del retardo.

2. Un dispositivo para la sincronización de tiempo e intercambio de paquetes de servicio con otro dispositivo a través de dos líneas, caracterizado por:

- 5 un módulo (301) de procesamiento de línea, configurado para seleccionar un puerto de una línea bidireccional de una sola fibra, que es una de las dos líneas, como puerto de sincronización de un protocolo IEEE 1588 de reloj, y especificar como modo de operación del puerto de sincronización el modo de multiplexación por división de longitud de onda; transmitir un paquete IEEE 1588 de sincronización de reloj a través de la línea bidireccional de una sola fibra, en donde el paquete IEEE 1588 de sincronización de reloj comprende un paquete de sincronización y un paquete de consulta de retardo; intercambiar el paquete de sincronización y el paquete de consulta de retardo con un dispositivo maestro a través del puerto de sincronización de acuerdo con el modo de operación;

un módulo (302) de recuperación de reloj, configurado para recuperar un reloj del sistema de acuerdo con el paquete IEEE 1588 de sincronización de reloj; y

- 15 un módulo (303) de ajuste del reloj, configurado para ajustar el reloj del sistema de acuerdo con el modo de operación, el segundo tiempo, el tercer tiempo y el cuarto tiempo;

en donde el módulo (301) de procesamiento de línea está configurado, además, para: obtener un primer tiempo y un segundo tiempo a partir de una marca de tiempo generada durante el intercambio del paquete de sincronización, en donde el primer tiempo es el instante del envío del paquete de sincronización por parte del dispositivo maestro, y el segundo tiempo es el instante de la recepción del paquete de sincronización por parte de un dispositivo esclavo; y obtener un tercer tiempo y un cuarto tiempo a partir de una marca de tiempo generada durante el intercambio del paquete de consulta de retardo, en donde el tercer tiempo es el instante del envío del paquete de consulta de retardo por parte del dispositivo esclavo, y el cuarto tiempo es el instante de la recepción de paquete de consulta de retardo por parte del dispositivo maestro; en donde el módulo (303) de ajuste del reloj está configurado, además, para calcular un desfase de tiempo $Diferencia = [V1 \times (t2 - t1) - V2 \times (t4 - t3)] / (V1 + V2)$, un retardo de la ruta de envío $Retardo1 = t2 - t1 - Diferencia$, y un retardo de la ruta de retorno $Retardo2 = t4 - t3 + Diferencia$ con una tercera fórmula, una cuarta fórmula, una quinta fórmula, y una sexta fórmula; calcular una compensación del retardo en función del retardo de la ruta de envío y el retardo de la ruta de retorno de acuerdo con una séptima fórmula; ajustar el reloj del sistema en función del desfase de tiempo y la compensación del retardo, en donde

la tercera fórmula es $t2 - t1 = Retardo1 + Diferencia$,

- 30 la cuarta fórmula es $t4 - t3 = Retardo2 - Diferencia$,

la quinta fórmula es $Retardo1 = L / V1$,

la sexta fórmula es $Retardo2 = L / V2$, y

la séptima fórmula es $\Delta t = (Retardo2 - Retardo1) / 2$;

- 35 en donde $t1$ representa el primer tiempo, $t2$ representa el segundo tiempo, $t3$ representa el tercer tiempo, $t4$ representa el cuarto tiempo, $Diferencia$ representa el desfase de tiempo, $Retardo1$ representa el retardo de la ruta de envío, $Retardo2$ representa el retardo de la ruta de retorno, L representa la longitud de la línea bidireccional de una sola fibra, $V1$ representa la velocidad de propagación de envío y se determina en función de la longitud de onda de envío en el modo de multiplexación por división de longitud de onda, y $V2$ representa la velocidad de propagación de retorno y se determina de acuerdo con la longitud de onda de retorno en el modo de multiplexación por división de longitud de onda, y Δt representa la compensación del retardo.
- 40

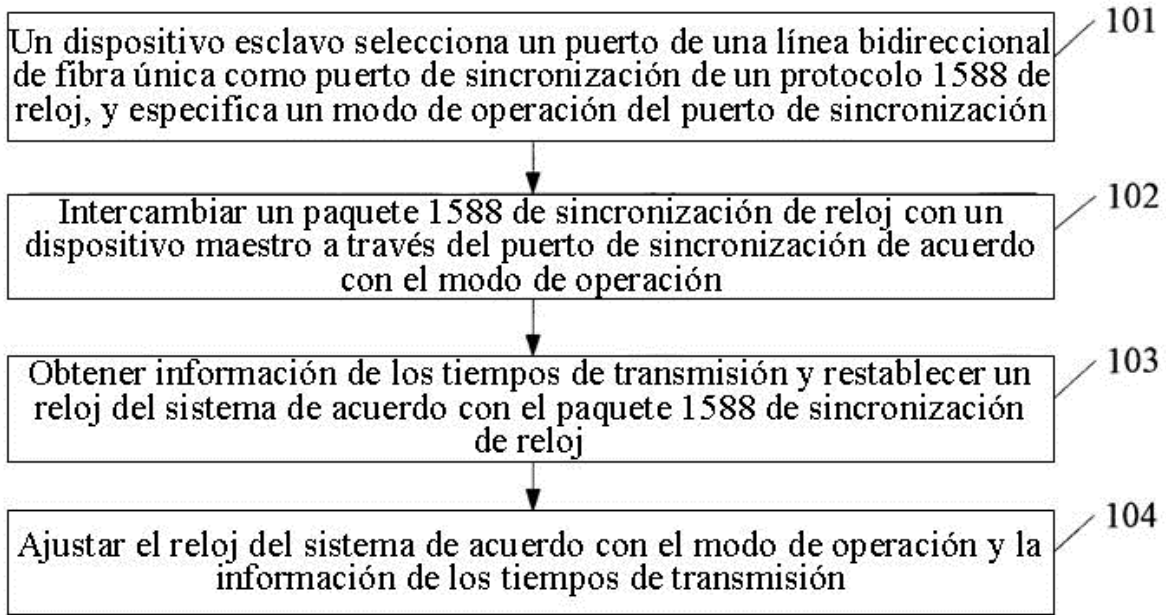


FIG. 1

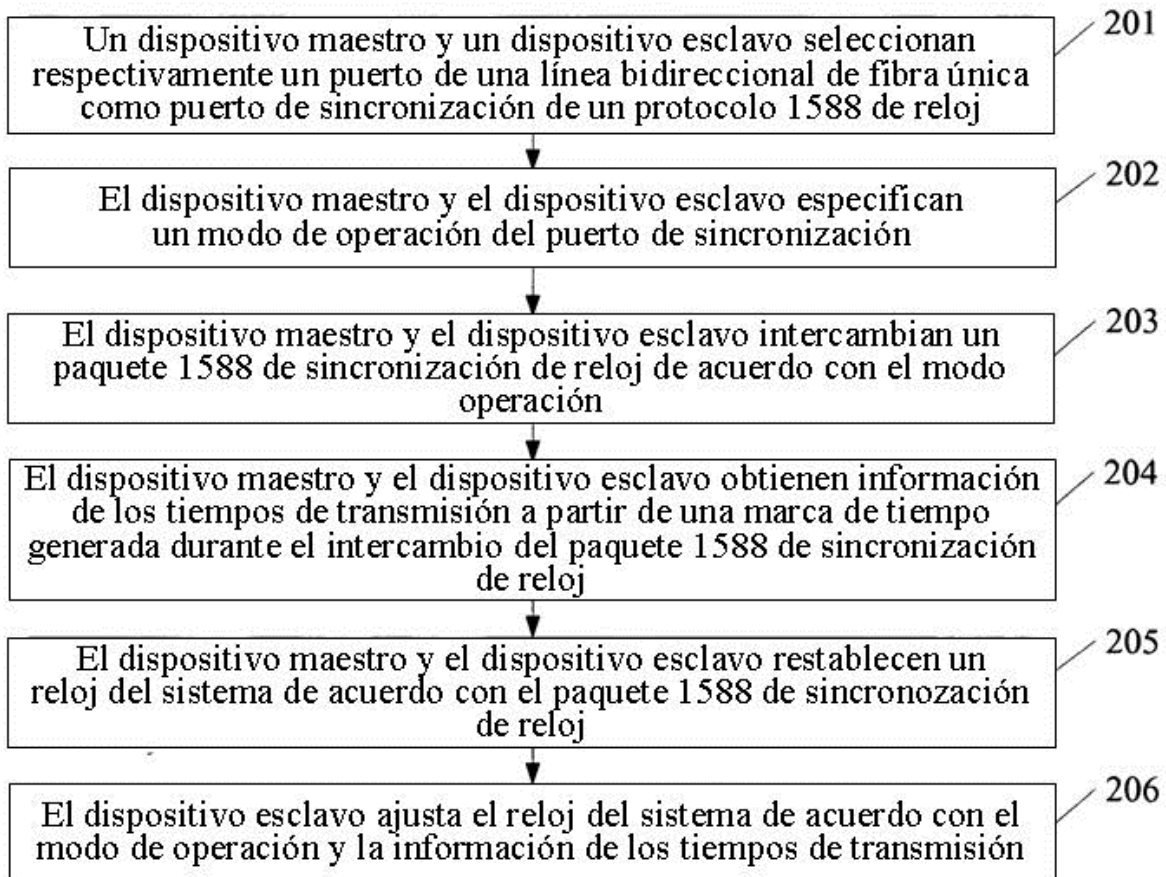


FIG. 2

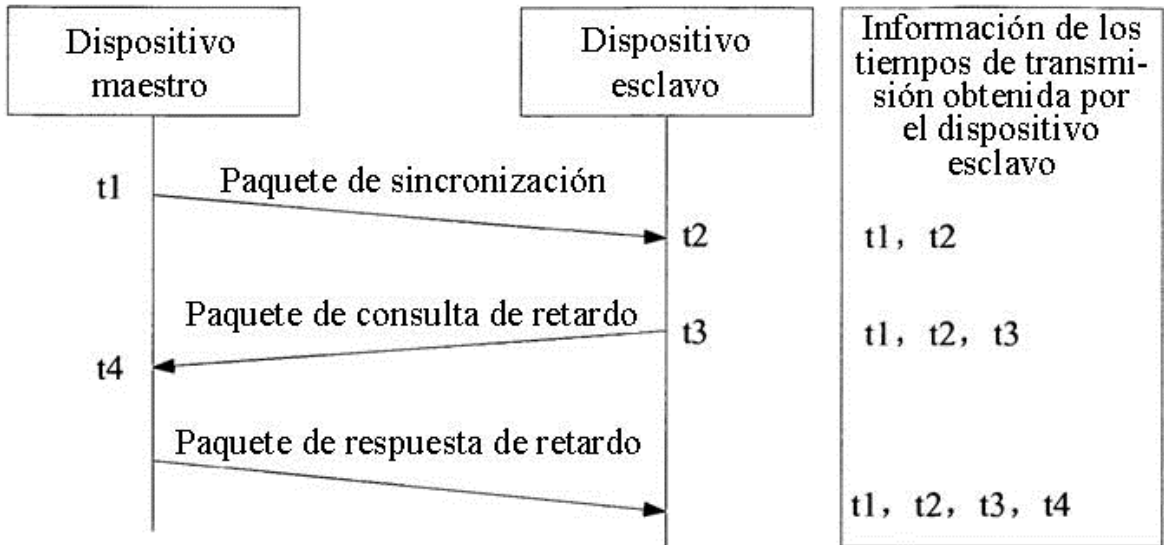


FIG. 3

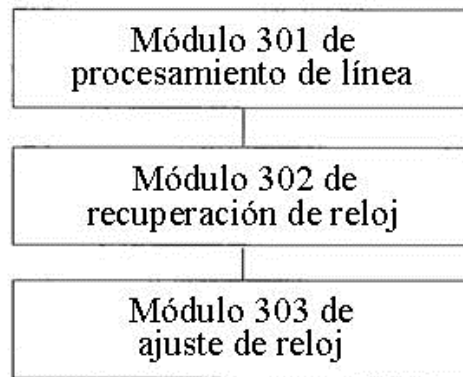


FIG. 4

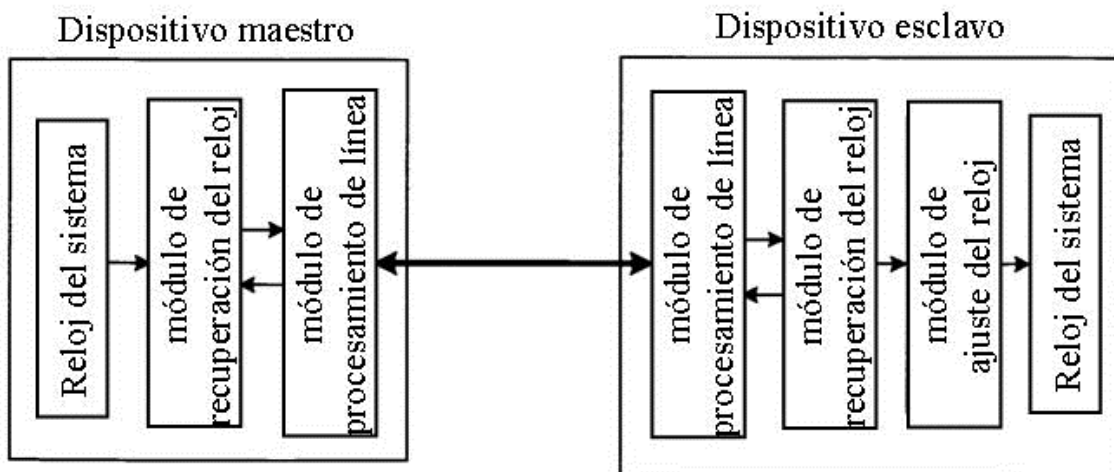


FIG. 5

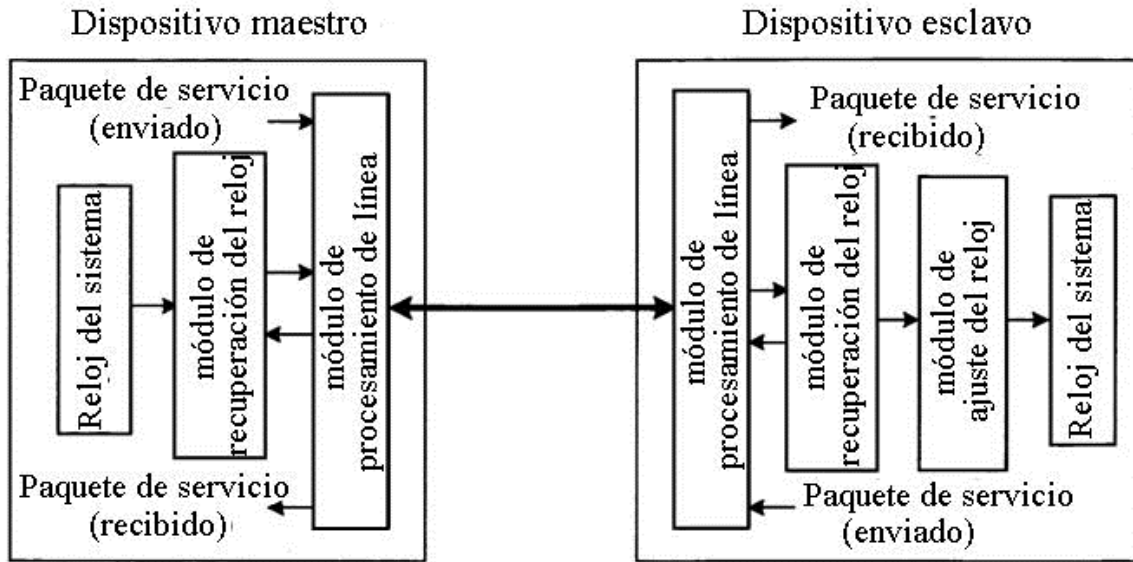


FIG. 6

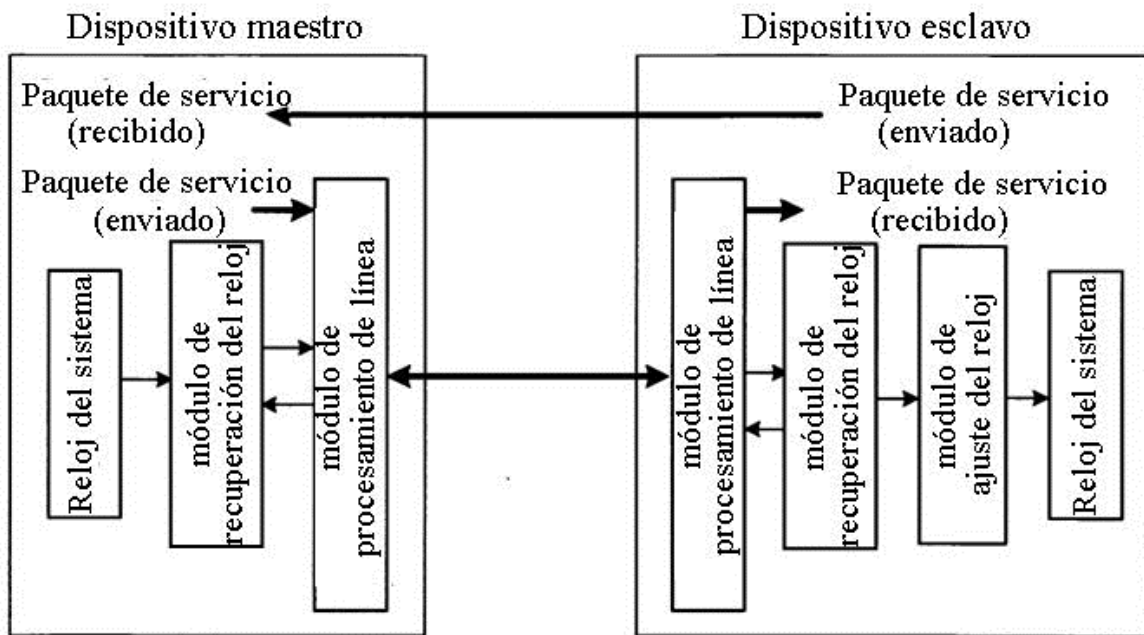


FIG. 7