

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 831 381**

51 Int. Cl.:

**H04J 3/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2016 PCT/CN2016/094456**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.02.2018 WO18027704**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2016 E 16912159 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2020 EP 3480997**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de sincronización de tiempo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.06.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LUO, JUNFENG;  
WANG, JINHUI;  
CHENG, ZHU y  
WU, FENG**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 831 381 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

Procedimiento y dispositivo de sincronización de tiempo

### 5 CAMPO TÉCNICO

Esta solicitud se refiere al campo de las comunicaciones y, más específicamente, a un procedimiento y un dispositivo de sincronización de tiempo.

### 10 ANTECEDENTES

En una solución de sincronización de tiempo, puede requerirse la sincronización de tiempo entre diferentes tipos de dispositivos o dispositivos de diferentes fabricantes. Por ejemplo, se requiere sincronización de tiempo entre un receptor del Sistema de posicionamiento global (Global Positioning System, GPS) y un dispositivo de suministro de temporización integrada del edificio (Building Integrated Timing Supply, BITS); se requiere sincronización de tiempo entre un BITS y un dispositivo portador de transporte; se requiere sincronización de tiempo entre dispositivos portadores de transporte; se requiere sincronización de tiempo entre un dispositivo portador de transporte y un dispositivo de estación base; y se requiere sincronización de tiempo entre un receptor de sistema de posicionamiento por satélite y un dispositivo de estación base. Los escenarios anteriores pueden estar relacionados con el interfuncionamiento entre interfaces de tiempo. La interfaz de tiempo se usa para transmitir un pulso por segundo (1 Pulse Per Second, 1PPS) y un tiempo del día (Time of Day, TOD).

Sin embargo, en una solución actual, el TOD se transmite en función de una solución técnica definida en la Asociación de Normas de Comunicaciones de China (China Communications Standards Association, CCSA). Específicamente, una línea debe estar ocupada cuando se transmite el TOD y otra línea debe estar ocupada cuando se transmite una señal de 1PPS (es decir, un encabezado de trama). En la técnica anterior se ocupan más recursos de línea y, en consecuencia, se desperdician recursos de línea.

El documento US 2012/0079310 A1 describe una placa de interfaz que incluye un sincronizador que sincroniza un primer tiempo que es el tiempo de la placa de interfaz con un tiempo de base que se basa en una señal de sincronización maestra suministrada por una fuente externa maestra de tiempo y que define el tiempo de base. La placa de interfaz también incluye un comparador que compara una fase de una primera señal de sincronización que se sincroniza con el primer tiempo con, con una fase de una señal de sincronización compartida, enviada por un controlador de interfaz que controla la placa de interfaz, y un notificador que notifica a otra placa de interfaz de un resultado de comparación del comparador.

### RESUMEN

Las realizaciones de esta solicitud proporcionan un dispositivo y un procedimiento de sincronización de tiempo, de modo que un TOD y un encabezado de trama pueden transmitirse usando una línea única, a fin de ahorrar recursos de línea.

Según un primer aspecto, se proporciona un procedimiento de sincronización de tiempo, que incluye: generar, mediante un primer dispositivo, una primera trama de sincronización de tiempo según un primer esquema de codificación, donde la primera trama de sincronización de tiempo incluye un primer encabezado de trama y un primer tiempo del día TOD, el encabezado de la primera trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y enviar, mediante el primer dispositivo, la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo usando una primera línea única, para activar el segundo dispositivo a fin de que identifique la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtenga el primer TOD desde la primera trama de sincronización de tiempo y rastree un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD.

El primer dispositivo genera, según el primer esquema de codificación, la primera trama de sincronización de tiempo que incluye el primer TOD y el primer encabezado de la trama, donde el primer encabezado de la trama transporta el identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define el límite de la primera trama de sincronización de tiempo y la ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y envía la primera trama de sincronización de tiempo al segundo dispositivo usando una línea única, de modo que el segundo dispositivo identifica la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo, y rastrea el tiempo del primer dispositivo según el primer TOD, para ahorrar recursos de línea.

En algunas implementaciones posibles, el procedimiento incluye además: recibir, mediante el primer dispositivo, una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo incluye un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo; identificar, mediante el primer dispositivo, la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo; y rastrear, mediante el primer dispositivo, un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD.

El primer dispositivo mantiene la sincronización de tiempo con el tercer dispositivo, y un procedimiento específico es el mismo que el procedimiento en el que el segundo dispositivo mantiene la sincronización de tiempo con el primer dispositivo. Es decir que el primer dispositivo puede recibir y enviar información de tiempo simultáneamente, de modo que se pueda implementar el rastreo y la protección de múltiples dispositivos.

En algunas implementaciones posibles, el procedimiento incluye además: recibir, mediante el primer dispositivo, una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo incluye un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo; identificar, mediante el primer dispositivo, la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo; determinar, mediante el primer dispositivo, un retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo; corregir, mediante el primer dispositivo, el segundo TOD según el retraso; y rastrear, mediante el primer dispositivo, un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido.

El primer dispositivo corrige el TOD según el retraso entre el primer dispositivo y el tercer dispositivo, de modo que un tiempo del primer dispositivo puede ser exactamente consistente con el del tercer dispositivo mediante corrección de tiempo, es decir, el primer dispositivo mantiene la sincronización de tiempo con el tercer dispositivo.

En algunas implementaciones posibles, que el primer dispositivo determine un retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo incluye: enviar, mediante el primer dispositivo en un primer tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo al tercer dispositivo usando la segunda línea única; recibir, mediante el primer dispositivo en un segundo tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta por el tercer dispositivo; y determinar, mediante el primer dispositivo, que el retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo es igual a la mitad de la diferencia entre el primero y el segundo tiempo.

En esta realización de esta solicitud, después de recibir la primera trama de sincronización de tiempo, el primer dispositivo puede efectuar una medición automática del retraso. Con la medición automática del retraso del primer dispositivo, se evita la medición manual del retraso, por lo que se reduce la implementación de ingeniería.

En algunas implementaciones posibles, la primera trama de sincronización de tiempo transporta, además, un primer identificador de fuente de tiempo.

En esta realización de esta solicitud, la primera trama de sincronización de tiempo puede transportar el primer identificador de fuente de tiempo del primer dispositivo, por ejemplo, información de identidad ID. La primera trama de sincronización de tiempo puede incluir además información prioritaria del primer dispositivo, o puede incluir, además, otra información y similares. Esto no se limita en esta solicitud. En esta realización de esta solicitud, un identificador de fuente de tiempo es transportado en una trama de sincronización de tiempo. En las redes a gran escala, una fuente de tiempo puede obtenerse incluso de manera precisa. Esto reduce los costos de reparación de una línea y mejora la confiabilidad.

En algunas implementaciones posibles, la primera trama de sincronización de tiempo transporta, además, primera información de frecuencia, y la primera trama de sincronización de tiempo se usa, además, para activar el segundo dispositivo a fin de que rastree el tiempo del primer dispositivo según la primera información de frecuencia.

La primera trama de sincronización de tiempo puede transportar además la primera información de frecuencia. Por ejemplo, un bit (bit) se transmite cada 31,25  $\mu$ s, es decir, una frecuencia es de 32 KHz. De esta manera, el primer

dispositivo no necesita añadir una implementación adicional de una línea o una interfaz de reloj externo de 2 Mbps. Esto reduce la implementación de ingeniería y el desperdicio de recursos de línea.

En algunas implementaciones posibles, el segundo dispositivo y el tercer dispositivo son un mismo dispositivo. Es  
5 decir que se puede implementar la transmisión bidireccional de información de tiempo entre dos dispositivos.

En algunas implementaciones posibles, la segunda trama de sincronización de tiempo transporta, además, un segundo identificador de fuente de tiempo.

10 El segundo identificador de fuente de tiempo y el primer identificador de fuente de tiempo pueden ser el mismo o pueden ser diferentes. Esto no se limita en esta solicitud.

En algunas implementaciones posibles, la segunda trama de sincronización de tiempo transporta, además, la segunda información de frecuencia, y que el primer dispositivo rastrea un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD  
15 corregido incluye: rastrear, mediante el primer dispositivo, el tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido y la segunda información de frecuencia.

Cuando el primer dispositivo necesita rastrear el tiempo del tercer dispositivo, es necesario que los tiempos de los dos dispositivos sean consistentes en cualquier momento. La segunda trama de sincronización de tiempo puede  
20 transportar además la segunda información de frecuencia, de modo que el primer dispositivo rastrea el tiempo del tercer dispositivo según la información de frecuencia y la información de tiempo corregida. De esta manera, el primer dispositivo no necesita añadir una implementación adicional de una línea o una interfaz de reloj externo de 2 Mbps. Esto reduce la implementación de ingeniería y el desperdicio de recursos de línea.

25 Según un segundo aspecto, se proporciona un primer dispositivo, y el primer dispositivo incluye todos los conjuntos que se usan para ejecutar el procedimiento según el primer aspecto o cualquiera de las implementaciones posibles del primer aspecto.

Según un tercer aspecto, se proporciona un primer dispositivo, que incluye: un procesador y una memoria.

30 La memoria almacena un programa; y el procesador ejecuta el programa, a fin de ejecutar el procedimiento de sincronización de tiempo según el primer aspecto o cualquiera de las implementaciones posibles del primer aspecto.

Según un cuarto aspecto, se proporciona un medio de almacenamiento de ordenador. El medio de almacenamiento  
35 de ordenador almacena el código del programa y el código del programa se usa para indicar una instrucción que se usa para ejecutar el procedimiento de sincronización de tiempo según el primer aspecto o cualquiera de las implementaciones posibles del primer aspecto.

En base a las soluciones técnicas anteriores, en las realizaciones de esta solicitud, un primer dispositivo genera, según  
40 un primer esquema de codificación, una primera trama de sincronización de tiempo que incluye un primer TOD y un primer encabezado de trama, donde el primer encabezado de trama transporta un identificador de el primer esquema de codificación y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y envía la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo usando una línea única, de modo que el segundo dispositivo  
45 identifica la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo, y rastrea un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD, a fin de ahorrar recursos de línea.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de esta solicitud más claramente, a continuación, se describen brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las realizaciones o la técnica anterior. Aparentemente, los dibujos que se acompañan en la siguiente descripción muestran simplemente algunas realizaciones de esta solicitud, y los expertos en la materia pueden obtener otros dibujos a partir de estos dibujos  
55 adjuntos sin esfuerzos creativos.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un esquema de codificación del protocolo de cambio de nivel DC (DC Level Shift, DCLS) de la técnica anterior;

la FIG. 2a, la FIG. 2b y la FIG. 2c son, por separado, otro diagrama esquemático de un esquema de codificación del  
60 protocolo DCLS de la técnica anterior;

la FIG. 3 es un diagrama esquemático de un procedimiento de transmisión de TOD de la técnica anterior;

la FIG. 4 es un diagrama esquemático de un esquema de transmisión de TOD de la técnica anterior;

la FIG. 5 es un diagrama de flujo de interacción en un procedimiento de sincronización de tiempo según una realización de esta solicitud;

la FIG. 6 es un diagrama esquemático de un procedimiento de sincronización de tiempo según una realización de esta solicitud;

5 la FIG. 7 es un diagrama esquemático de un procedimiento de sincronización de tiempo según una realización de esta solicitud;

la FIG. 8 es un diagrama esquemático de un procedimiento de sincronización de tiempo según otra realización de esta solicitud;

la FIG. 9A la FIG. 9B son un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento de sincronización de tiempo según otra realización de esta solicitud;

la FIG. 10 es un diagrama de bloque esquemático de un primer dispositivo según una realización de esta solicitud; y

la FIG. 11 es un diagrama estructural esquemático de un primer dispositivo según una realización de esta solicitud.

## DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

15

A continuación, se describen de forma clara las soluciones técnicas en las realizaciones de esta solicitud con referencia a los dibujos adjuntos en las realizaciones de esta solicitud.

Un nivel RS422 usa un modo de transmisión diferencial, y generalmente tiene dos pines A y B. Cuando una diferencia de voltaje entre un extremo de transmisión A y un extremo de transmisión B es +2 a +6, indica "1"; y cuando la diferencia de voltaje entre el extremo de transmisión A y el extremo de transmisión B es de -2 a -6, indica "0". Cuando una diferencia de voltaje entre un extremo de recepción A y un extremo de recepción B es superior a +200 milivoltios (millivolt, mv), indica "1"; y cuando la diferencia de voltaje entre el extremo de recepción A y el extremo de recepción B es inferior a -200 mv, indica "0". Un "1" lógico se define como un estado  $B > A$ , y un "0" lógico se define como un estado  $A > B$ . Una diferencia de voltaje entre A y B no es inferior a 200 mv. Cuando se usa un conector uno a uno, el nivel RS422 solo admite transmisión unidireccional y comunicación semidúplex, y la velocidad de transmisión máxima es de 10 Mbps.

La transmisión diferencial es una tecnología de transmisión de señales. A diferencia del uso de un cable de señal y un cable de tierra en una tecnología convencional, en la transmisión diferencial, las señales se transmiten a través de los dos cables. Las amplitudes de las dos señales son las mismas, pero las fases de las dos señales son opuestas. Una señal transmitida por los dos cables es una señal diferencial. Para la señal diferencial, se usa un valor para representar una diferencia entre dos cantidades físicas. La señal diferencial también se denomina señal de modo diferencial, que es relativa a una señal de modo común.

35

El DCLS incluye información de día, horas, minutos, segundos y de control. Como se muestra en la FIG. 1, dos pulsos amplios consecutivos de 8 milisegundos (millisecond, ms) indican un inicio de segundo. Si los elementos se codifican en los segundos 8 ms, los elementos son respectivamente el elemento 0, el elemento 1, el elemento 2, ... y el elemento 99. Un formato de tiempo incluye día, horas, minutos y segundos, y una secuencia de tiempo es segundo-minuto-hora-día. Los bits de información ocupados son los siguientes: el segundo ocupa 7 bits, el minuto ocupa 7 bits, la hora ocupa 6 bits y el día ocupa 10 bits. Las ubicaciones del día, las horas, los minutos y los segundos se encuentran entre P0 y P5. P6 a P0 incluyen otra información de control. La información sobre los "segundos" incluye el elemento 1, el elemento 2, el elemento 3, el elemento 4, el elemento 6, el elemento 7 y el elemento 8; la información sobre los "minutos" incluye el elemento 10, el elemento 11, el elemento 12, el elemento 13, el elemento 15, el elemento 16 y el elemento 17; y la información sobre las "horas" incluye el elemento 20, el elemento 21, el elemento 22, el elemento 23, el elemento 25 y el elemento 26. El elemento 5, el elemento 14 y el elemento 24 son marcadores de índice con un ancho de 2 ms. Todas las horas, minutos y segundos se representan mediante un código BCD (es decir, un código binario de diez valores de "0" a "9"). Un bit bajo precede a un bit alto y un lugar de decenas sigue a un lugar de unidades.

50

En un esquema de codificación física específica, 1 segundo (second, s) se divide igualmente en 100 intervalos de tiempo. Cada intervalo de tiempo incluye 10 ms. Un intervalo de tiempo en el que un nivel alto dura 8 ms y un nivel bajo dura 2 ms identifica la sincronización (como se muestra en la FIG. 2a); dos señales de sincronización consecutivas identifican un inicio de segundo; un intervalo de tiempo en el que un nivel alto dura 5 ms y un nivel bajo dura 5 ms identifica un "1" lógico (como se muestra en la FIG. 2b); y un intervalo de tiempo en el que un nivel alto dura 2 ms y un nivel bajo dura 8 ms identifica un "0" lógico (como se muestra en la FIG. 2c).

La FIG. 3 muestra un diagrama esquemático de un procedimiento de transmisión de TOD de la técnica anterior. Según lo define la Asociación de Estándares de Comunicaciones de China (China Communications Standards Association, CCSA), para la transmisión de TOD, la velocidad predeterminada en baudios es de 9600; no se efectúa ninguna verificación de paridad; se usa un bit de inicio (que se indica mediante un nivel bajo) y un bit de parada (que se indica mediante un nivel alto); una trama inactiva se indica usando un nivel alto; hay ocho bits de datos; y la transmisión del

TOD debe comenzar después de que la 1PPS aumente en 1 ms y debe completarse dentro de 500 ms. El TOD indica un tiempo en el que la 1PPS actual activa un flanco ascendente. Además, una frecuencia de envío de un paquete de protocolo TOD es de una vez por segundo.

- 5 Específicamente, la 1PPS y el TOD se transmiten en un modo de nivel RS422. Un conector físico usado es un conector RJ45 o un conector DB9, y las características eléctricas del conector físico cumplen con un requisito estándar correspondiente. El requisito de orden de línea se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

PIN	Definición de la señal	Descripción
1	NC	Un estado predeterminado es no conectado (alta impedancia).
2	NC	Un estado predeterminado es no conectado (alta impedancia).
3	422_1_N	1PPS
4	GND	GND nivel RS422
5	GND	GND nivel RS422
6	422_1_P	1PPS
7	422_2_N	Información de tiempo TOD
8	422_2_P	Información de tiempo TOD

10

La FIG. 4 muestra un diagrama esquemático de un esquema de transmisión de TOD de la técnica anterior. Como se muestra en la FIG. 4, un reloj grandmaster (Grandmaster, GM) y un dispositivo 1 implementan la sincronización de tiempo usando la Ethernet síncrona (Synchronous Ethernet, SyncE) y el Protocolo de tiempo de precisión (Precision Time Protocol, PTP), es decir, transportando un TOD mediante el uso de un espacio de trama de una trama Ethernet. El espacio de tramas se puede incluir en un flujo de datos Ethernet. El flujo de datos Ethernet puede ser un flujo de datos Gigabit Ethernet (Gigabit Ethernet, GE). Es decir, un primer dispositivo puede efectuar la sincronización de tiempo mediante el uso de una interfaz de servicio, y la interfaz de servicio admite una función de sincronización de tiempo definida en el IEEE 1588-2008 formulado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute for Electrical and Electronic Engineers, IEEE ). Es necesario ocupar una interfaz de servicio adicional cuando la interfaz de servicio admite la función de sincronización de tiempo en el IEEE 1588-2008. Alternativamente, es necesario desarrollar una interfaz de módulo XFP/SFP dedicada, de modo que la interfaz de servicio admita la sincronización de tiempo en el IEEE 1588-2008, y los costos son relativamente altos.

- 25 Alternativamente, para la transmisión de TOD entre un dispositivo 1 y un dispositivo 2, el dispositivo 1 y el dispositivo 2 implementan la sincronización de tiempo usando ocho líneas en la Tabla 1. Dos líneas están conectadas a tierra (Ground, GND), los estados predeterminados de dos líneas son no conectados (NC) y cuatro líneas en dos grupos se usan para enviar el TOD usando un 1PPS y un TOD. El envío de una señal de TOD y el envío de una señal 1PPS se implementan por separado mediante transmisión diferencial, es decir, la señal de TOD y la señal de 1PPS ocupan cada una dos líneas. Por lo tanto, la transmisión de la señal de TOD y la señal de 1PPS ocupa las cuatro líneas, de modo que el TOD se puede transmitir solo unidireccionalmente, es decir, cada dispositivo solo puede recibir el TOD o enviar el TOD a la vez. Además, se requiere una interfaz dedicada de reloj externo (Clock, CLK) de 2 megabits por segundo (megabit per second, Mbps) entre el dispositivo 1 y el dispositivo 2 para transmitir información de frecuencia del reloj, y la información de frecuencia del reloj se usa para la sincronización de frecuencia entre elementos de la red.

35

Por lo tanto, en la técnica anterior, el envío del TOD depende de la 1PPS enviada por otra línea, es decir, un tiempo de inicio para transmitir el TOD debe determinarse según un flanco ascendente de la 1PPS. La técnica anterior tiene las siguientes desventajas: los recursos de la línea se desperdician de manera relativamente grave y el TOD puede transmitirse solo de manera unidireccional.

40

La FIG. 5 muestra un diagrama de flujo de interacción en un procedimiento de sincronización de tiempo según una realización de esta solicitud.

101. Un primer dispositivo genera una primera trama de sincronización de tiempo según un primer esquema de codificación, donde la primera trama de sincronización de tiempo incluye un primer encabezado de trama y un primer tiempo del día TOD, el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo.

45

El primer dispositivo puede obtener información de tiempo de un reloj grandmaster según un espacio de trama de una trama Ethernet, o el primer dispositivo es el reloj grandmaster (por ejemplo, un BITS) y está configurado para proporcionar un servicio de temporización para otro dispositivo, de modo que el primer dispositivo pueda determinar un tiempo TOD actual. El primer dispositivo genera la primera trama de sincronización de tiempo según el primer esquema de codificación, donde la primera trama de sincronización de tiempo transporta la información del primer encabezado de trama y el primer TOD, la información del primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y la ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo. Específicamente, se requieren además algunos programas de software de uso común para generar la primera trama de sincronización de tiempo. Esto no se limita en esta solicitud.

El identificador del primer esquema de codificación puede indicar una estructura interna de la primera trama de sincronización de tiempo, una longitud de un campo ocupado, una ubicación de encabezado de trama específica y una ubicación de cola de trama (representada como el límite de la primera trama de sincronización de tiempo), contenido correspondiente a diferentes campos (es decir, un campo que está en la primera trama de sincronización de tiempo y que indica que se puede apreciar el primer TOD) y similares.

Opcionalmente, el primer esquema de codificación define que la primera trama de sincronización de tiempo incluye 100 intervalos de tiempo; un bit se transmite cada  $31,25 \mu\text{s}$ , y 10 bits se pueden transmitir en una longitud de tiempo de un intervalo de tiempo, es decir, un intervalo de tiempo es de  $312,5 \mu\text{s}$ ; y, cuando un ciclo de trabajo de un alto nivel es del 75%, indica un tiempo de inicio para enviar una trama de sincronización de tiempo (como se muestra en la FIG. 6) y similares. Es decir, un segundo dispositivo puede identificar la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, y puede apreciar la ubicación del TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo y obtener, además, el primer TOD.

Debe entenderse que el primer esquema de codificación puede determinarse según el protocolo DCLS. El DCLS transporta información de elementos usando un bit de corriente continua, y el DCLS se transmite usando una ruta digital sin limitación de la distancia de transmisión. El DCLS identifica un inicio de segundo mediante el uso de dos señales de sincronización consecutivas. Cada intervalo de tiempo es de 10 ms y se transmite un bit en un intervalo de tiempo.

Debe entenderse además que esta solicitud no impone ninguna limitación en la cantidad de intervalos de tiempo que forman la primera trama de sincronización de tiempo, una cantidad de bits que se pueden transmitir en cada intervalo de tiempo, el contenido correspondiente a cada bit y similares.

Cabe señalar que el primer dispositivo puede ser cualquier dispositivo de red que pueda cumplir con el protocolo patentado anterior, como un dispositivo de división de longitud de onda, un receptor de sistema de posicionamiento por satélite, un dispositivo de red central, un dispositivo de red de agregación, una estación base, un controlador de estación base, un servidor, un dispositivo de red de transporte óptico, un dispositivo de red de transporte de paquetes o un conmutador. Esto no se limita en esta solicitud.

El reloj grandmaster puede ser cualquier dispositivo que se use para proporcionar un servicio de temporización, como un satélite, un receptor de sistema de posicionamiento por satélite, un dispositivo de división de longitud de onda, un dispositivo de red central, un dispositivo de red de agregación, una estación base, un controlador de estación base, un servidor o un conmutador. Esto no se limita en esta solicitud.

Por ejemplo, el receptor del sistema de posicionamiento por satélite proporciona un servicio de temporización usando sucesivamente un dispositivo de división de longitud de onda, un enrutador, una estación base y similares; o el receptor del sistema de posicionamiento por satélite proporciona un servicio de temporización usando sucesivamente un dispositivo de división de longitud de onda, un enrutador, una estación base, un enrutador, una estación base y similares.

Opcionalmente, la primera trama de sincronización de tiempo puede convertir 0, 1, 2, 3, ..., 9 que se usan para indicar año, mes, día, horas, minutos y segundos en la información de tiempo a señales en código binario ("0" y "1") para su representación. Por ejemplo, cuando un ciclo de trabajo de un alto nivel es del 25%, indica "1"; y cuando un ciclo de trabajo de un alto nivel es del 50%, indica "0" (como se muestra en la FIG. 6).

El contenido de la transmisión de datos en cada intervalo de tiempo se muestra en la siguiente Tabla 2. Un intervalo de tiempo inactivo indefinido se puede hacer legible y escribible mediante software, de modo que, en el futuro, sea posible expandir una función.

Tabla 2

ES 2 831 381 T3

Número de intervalo de tiempo	Función descriptiva	Ancho de bits	Observaciones	Módulo de llenado
ts 1	Se usa para enviar un número de secuencia de trama. El número de secuencia de trama aumenta en 1 para cada trama. El valor del número de secuencia de trama se ubica en el intervalo de 0 a 255. Los números de secuencia de trama se numeran de 0 a 255 nuevamente después de que se hayan enviado 255 tramas.	1 byte	Intervalo de valores: 0 a 255	Lógica
ts 2~ts 11	Se usa para enviar un tiempo PTP correspondiente a un encabezado de trama.	10 bytes	N/A	Lógica
ts 12~ts 16	Se usa para enviar un tiempo de chip de interfaz de estructura de memoria compartida (Share Memory-Fabric Interface Chip, SM-FIC) correspondiente a un encabezado de trama.	5 bytes	N/A	Lógica
ts 17~ts 36	Se usa para enviar información de declaración de elementos de red.	20 bytes	N/A	La lógica envía automáticamente un valor configurado por software
ts 37	Se usa para enviar un byte marcador de estado de sincronización (Synchronization Status Marker, SSM).	1 byte	N/A	La lógica envía automáticamente un valor configurado por software
ts 38	Se usa para enviar un número de sub-bastidor.	1 byte	Número de sub-bastidor	La lógica envía automáticamente un valor configurado por software
ts 39	Se usa para enviar un número de puerto en cascada.	1 byte	Número de puerto en cascada: TOD 0 -> 0 TOD 1 -> 70-OSC 1 -> 2 70-OSC 2 -> 3 78-OSC 1 -> 4 78-OSC 2 -> 5	La lógica envía automáticamente un valor configurado por software
ts 40	Modo operativo	1 byte	Modo: 0: modo normal 1: medición de retraso	La lógica envía automáticamente un valor configurado por software
ts 41	N/A	N/A	N/A	N/A
...	...	...	...	...
ts 99~ts 100	Para mejorar la confiabilidad, se transmite un código de verificación de redundancia cíclica (Cyclic Redundancy Check, CRC) y la verificación de CRC se puede desactivar.	2 bytes	N/A	Lógica

El tiempo de PTP ocupa un ancho de bits de 10 bytes y se usa para indicar año, mes, día, hora, minutos y segundos

en la información de tiempo. El byte de SSM se usa para indicar un nivel de calidad de una señal en un procedimiento de sincronización de tiempo.

Opcionalmente, la primera trama de sincronización de tiempo transporta, además, un primer identificador de fuente de tiempo.

Específicamente, en la técnica anterior, cuando dos dispositivos efectúan la sincronización de tiempo enviando el TOD, la información de la fuente de tiempo no se envía. Como resultado, cada vez que el TOD pasa a través de una interfaz de línea, una fuente de tiempo se convierte en una fuente de tiempo local. En las redes a gran escala, las fuentes de tiempo en una red completa no están claras. Por tanto, cuando una línea es defectuosa, los costos para detectar una fuente de falla son relativamente altos.

En esta realización de esta solicitud, la primera trama de sincronización de tiempo puede transportar el primer identificador de fuente de tiempo del primer dispositivo, por ejemplo, información de identidad (Identity, ID). La primera trama de sincronización de tiempo puede incluir además información prioritaria del primer dispositivo, o puede incluir, además, otra información. Esto no se limita en esta solicitud. En esta realización de esta solicitud, un identificador de fuente de tiempo es transportado en una trama de sincronización de tiempo. En las redes a gran escala, una fuente de tiempo puede obtenerse incluso de manera precisa. Esto reduce los costos de reparación de una línea y mejora la confiabilidad.

102. el primer dispositivo envía la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo mediante el uso de una primera línea única, para activar el segundo dispositivo a fin de que identifique la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtenga el primer TOD de la primera trama de sincronización de tiempo y rastree un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD.

El primer dispositivo envía la primera trama de sincronización de tiempo al segundo dispositivo usando una línea única. La primera trama de sincronización de tiempo incluye el primer TOD y el primer encabezado de trama, o puede incluir además un identificador de fuente de tiempo, información de frecuencia y similares. Esto no se limita en esta solicitud. Esto evita un problema de la técnica anterior que consiste en el requerimiento de una línea separada para enviar una 1PPS, reduciendo así el desperdicio de recursos de línea para enviar un TOD.

La línea única mencionada en esta solicitud es una línea que se usa para transmitir una señal en serie. Por ejemplo, la línea única se puede implementar usando un pin (PIN) de un conector RJ45. Debe entenderse que el conector RJ45 incluye ocho pines. Cada uno de los ocho pines se puede usar para transmitir una señal en serie. Los ocho pines en su conjunto transmiten una señal en paralelo que incluye ocho señales en serie. Por lo tanto, los ocho pines del conector RJ45 pueden ser líneas usadas para transmitir una señal en paralelo.

En esta solicitud, que un dispositivo A rastree un tiempo de un dispositivo B significa que el dispositivo A usa el dispositivo B como un reloj grandmaster del dispositivo A, para calibrar el tiempo del reloj en el dispositivo A.

Opcionalmente, en una realización, la primera trama de sincronización de tiempo transporta, además, primera información de frecuencia, y la primera información de frecuencia se usa, además, para activar el segundo dispositivo a fin de que rastree el tiempo del primer dispositivo según la primera información de frecuencia.

Específicamente, en una realización de esta solicitud, la primera trama de sincronización de tiempo incluye, además, la primera información de frecuencia. El segundo dispositivo rastrea el tiempo del primer dispositivo según la primera información de frecuencia. Por ejemplo, un bit (bit) se transmite cada 31,25 microsegundos (microsecond,  $\mu s$ ), es decir, una frecuencia es de 32 KHz. De esta manera, el primer dispositivo no necesita añadir una implementación adicional de una línea o una interfaz de reloj externo de 2 Mbps. Esto reduce la implementación de ingeniería y el desperdicio de recursos de línea. La frecuencia se puede obtener dividiendo una frecuencia de reloj del sistema. Por ejemplo, 38,88 Mbps se dividen por 1215 durante la división de frecuencia, es decir que  $38,88 \text{ Mbps} = 38880 \text{ K} = 38880000 \text{ Hz}$ , y  $38880000/1215 = 32000 \text{ Hz}$ .

Además, el primer esquema de codificación define que la primera trama de sincronización de tiempo incluye 100 intervalos de tiempo. Se pueden transmitir 10 bits en una longitud de tiempo de un intervalo de tiempo, y una frecuencia de trama es de  $32000 \text{ Hz}/1000 = 32 \text{ Hz}$ . En comparación con la técnica anterior, en la que la frecuencia de transmisión de TOD es de una vez por segundo, en esta realización de esta solicitud, se puede mejorar la velocidad de transmisión de TOD.

Debe entenderse que, en esta realización de esta solicitud, una interfaz que se usa para transmitir una 1PPS y un TOD de la técnica anterior puede denominarse como "interfaz de tiempo mejorada". Esto no se limita en esta solicitud.

103. El segundo dispositivo identifica la primera trama de sincronización de tiempo y obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo.

5 Específicamente, el segundo dispositivo recibe la primera trama de sincronización de tiempo enviada por el primer dispositivo, donde la primera trama de sincronización de tiempo incluye el encabezado de la primera trama y el primer tiempo del día TOD, el primer encabezado de trama transporta el identificador del primer esquema de codificación y el primer esquema de codificación define el límite de la primera trama de sincronización de tiempo y la ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo. El segundo dispositivo analiza la trama de sincronización de tiempo según el primer esquema de codificación. De esta manera, el segundo dispositivo puede obtener la primera  
10 trama de sincronización de tiempo y obtener el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo, de modo que el segundo dispositivo pueda rastrear el tiempo del primer dispositivo según el primer TOD.

104. El segundo dispositivo rastrea el tiempo del primer dispositivo según el primer TOD identificado.

15 Opcionalmente, el segundo dispositivo puede mantener una sincronización de tiempo más precisa con el primer dispositivo según el primer TOD y la información de frecuencia en la primera trama de sincronización de tiempo en la realización de esta solicitud.

20 Debe tenerse en cuenta que el segundo dispositivo necesita efectuar, además, una sincronización de fase. Sin embargo, esta solicitud no impone ninguna limitación en cuanto al modo de la sincronización de fase.

Opcionalmente, el procedimiento incluye además: recibir, mediante el primer dispositivo, una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda  
25 trama de sincronización de tiempo incluye un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo; identificar, mediante el primer dispositivo, la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a  
30 partir de la segunda trama de sincronización de tiempo; y rastrear, mediante el primer dispositivo, un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD.

Una manera de generar la segunda trama de sincronización de tiempo es la misma que la de generar la primera trama de sincronización de tiempo. La segunda trama de sincronización de tiempo incluye el segundo TOD y el segundo  
35 encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta el identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define el límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y la ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo. El primer dispositivo mantiene la sincronización de tiempo con el tercer dispositivo, y un procedimiento específico es el mismo que el procedimiento en el que el segundo dispositivo mantiene la sincronización de tiempo con el primer dispositivo. Para evitar la repetición,  
40 los detalles no se describen nuevamente en esta invención. Es decir, el primer dispositivo puede recibir y enviar una trama de sincronización de tiempo simultáneamente (es decir, recibir y enviar el TOD simultáneamente), es decir, el primer dispositivo puede rastrear el tiempo del tercer dispositivo y el segundo dispositivo puede rastrear el tiempo del primer dispositivo, de modo que varios dispositivos pueden mantener la sincronización de tiempo entre sí.

45 Debe entenderse que la primera trama de sincronización de tiempo y la segunda trama de sincronización de tiempo pueden ser completamente iguales, parcialmente diferentes (por ejemplo, solo los esquemas de codificación son iguales, pero el contenido de TOD o el contenido del encabezado de la trama es diferente) o totalmente diferentes. Esto no se limita en esta solicitud.

50 Opcionalmente, el procedimiento incluye además: recibir, mediante el primer dispositivo, una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo incluye un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de  
55 codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo; identificar, mediante el primer dispositivo, la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo; determinar, mediante el primer dispositivo, un retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo; corregir,  
60 mediante el primer dispositivo, el segundo TOD según el retraso; y rastrear, mediante el primer dispositivo, un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido.

Específicamente, en una realización, el primer dispositivo puede recibir la segunda trama de sincronización de tiempo enviada, por el tercer dispositivo, a través de la segunda línea única. Una manera de generar la segunda trama de sincronización de tiempo es la misma que la de generar la primera trama de sincronización de tiempo. La segunda trama de sincronización de tiempo incluye el segundo TOD y el segundo encabezado de trama, el segundo  
 5 encabezado de trama transporta el identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define el límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y la ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo. El primer dispositivo obtiene el segundo TOD del tercer dispositivo. El primer dispositivo no es consistente con el segundo TOD. El primer dispositivo necesita, además, determinar el retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo, y rastrear  
 10 el tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD y el retraso.

Debe entenderse que la información de tiempo del primer dispositivo puede medirse y corregirse manualmente, de modo que el primer dispositivo mantenga la sincronización de tiempo con el tercer dispositivo. Esto no se limita en esta solicitud.

15 Opcionalmente, en una realización, la segunda trama de sincronización de tiempo transporta, además, la segunda información de frecuencia, y que el primer dispositivo rastrea un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido incluye: rastrear, mediante el primer dispositivo, el tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido y la segunda información de frecuencia.

20 Cuando un dispositivo necesita rastrear un tiempo de otro dispositivo, se requiere que los tiempos de los dos dispositivos sean consistentes en cualquier momento. En esta realización de esta solicitud, la segunda trama de sincronización de tiempo puede transportar además la segunda información de frecuencia, de modo que el primer dispositivo rastrea el tiempo del tercer dispositivo según la información de frecuencia y la información de tiempo  
 25 corregida. De esta manera, el primer dispositivo no necesita añadir una implementación adicional de una línea o una interfaz de reloj externo de 2 Mbps. Esto reduce la implementación de ingeniería y el desperdicio de recursos de línea.

Opcionalmente, en esta realización de esta solicitud, que el primer dispositivo determine un retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo incluye: enviar, mediante  
 30 el primer dispositivo en un primer tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo al tercer dispositivo usando la segunda línea única; recibir, mediante el primer dispositivo en un segundo tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta por el tercer dispositivo; y determinar, mediante el primer dispositivo, que el retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo es igual a la mitad de la diferencia entre el primero y el segundo tiempo.

35 Específicamente, en esta realización de esta solicitud, después de recibir la segunda trama de sincronización de tiempo, el primer dispositivo puede efectuar una medición automática del retraso. La FIG. 7 muestra un diagrama esquemático de la realización de la medición automática del retraso por parte del primer dispositivo. Con la medición automática del retraso del primer dispositivo, se evita la medición manual del retraso, por lo que se reduce la  
 40 implementación de ingeniería.

Por ejemplo, un sub-bastidor A (es decir, un módulo de función del primer dispositivo) envía la segunda trama de sincronización de tiempo a un sub-bastidor B (es decir, un módulo de función del tercer dispositivo).

45 Se agrega una marca de tiempo PTP local  $t_1$  (es decir, un primer tiempo) a un tiempo para enviar la segunda trama de sincronización de tiempo. Un puerto correspondiente del sub-bastidor B está configurado con un modo de medición de retraso. Al recibir la segunda trama de sincronización de tiempo, el sub-bastidor B realiza directamente un bucle de salida en la segunda trama de sincronización de tiempo recibida y devuelve la segunda trama de sincronización de tiempo al sub-bastidor A. El sub-bastidor A agrega una marca de tiempo PTP local  $t_2$  (es decir, un segundo tiempo) a  
 50 un tiempo para recibir la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta.

Debe tenerse en cuenta que, al recibir la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta, el sub-bastidor A necesita determinar si la trama recibida es la segunda trama de sincronización de tiempo enviada por el sub-bastidor A, para garantizar que un número de secuencia de trama sea correcto. Esto evita un error provocado porque un cálculo  
 55 de retraso se efectúa sobre un tiempo de envío y un tiempo de recepción que tienen tramas diferentes. Específicamente, el sub-bastidor A puede determinar, según un número de sub-bastidores, un número de puerto o similares, si la trama recibida es la segunda trama de sincronización de tiempo enviada por el sub-bastidor A. Esto no está limitado en esta solicitud.

60 El primer dispositivo puede calcular un retraso de ruta unidireccional según un primer tiempo para enviar la segunda trama de sincronización de tiempo y un segundo tiempo para recibir la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta. Específicamente, el retraso es  $(t_2 - t_1)/2$ , y el sub-bastidor A guarda el retraso. El primer dispositivo corrige,

según el retraso determinado y la información del primer tiempo, la información de tiempo basada en la información del primer tiempo, de modo que un tiempo del primer dispositivo sea consistente con un tiempo del tercer dispositivo, es decir, el primer dispositivo mantiene la sincronización de tiempo con el tercer dispositivo.

5 Por ejemplo, el procedimiento de sincronización de tiempo puede aplicarse a un escenario de protección de anillo, como se muestra en la FIG. 8. Un dispositivo 1, un dispositivo 2 y un dispositivo 3 son dispositivos de sitio conjunto. Cuando un reloj grandmaster (es decir, una fuente de tiempo) es normal, el dispositivo 1 mantiene la sincronización de tiempo con el reloj grandmaster y, a continuación, envía una primera trama de sincronización de tiempo al dispositivo 2 y al dispositivo 3 mediante una interfaz, de modo que el dispositivo 2 mantiene la sincronización de tiempo con el dispositivo 1 y el dispositivo 3 mantiene la sincronización de tiempo con el dispositivo 1. Además, el dispositivo 10 3 (que puede considerarse como un primer dispositivo) puede enviar, además, una segunda trama de sincronización de tiempo al dispositivo 2, para que el dispositivo 2 mantenga la sincronización de tiempo con el dispositivo 3. Es decir que el dispositivo 3 puede recibir una trama de sincronización de tiempo (por ejemplo, TOD\_RX en la FIG. 8) desde el dispositivo 1, y puede enviar una trama de sincronización de tiempo (por ejemplo, TOD\_TX en la FIG. 8) al dispositivo 15 2.

Un segundo dispositivo también puede detectar automáticamente un retraso entre el segundo dispositivo y el primer dispositivo, y un procedimiento específico es el mismo que el procedimiento en el que el primer dispositivo detecta automáticamente un retraso entre el primer dispositivo y un tercer dispositivo. Para evitar la repetición, los detalles no se describen nuevamente en esta invención. 20

Debe entenderse que la primera trama de sincronización de tiempo y la segunda trama de sincronización de tiempo pueden ser iguales o pueden ser diferentes; y un primer TOD y un segundo TOD pueden ser iguales o diferentes. Esto no se limita en esta solicitud. 25

Por ejemplo, el tercer dispositivo envía la segunda trama de sincronización de tiempo al primer dispositivo, de modo que el primer dispositivo se sincroniza con el tercer dispositivo; y, a continuación, el primer dispositivo envía inmediatamente la primera trama de sincronización de tiempo al segundo dispositivo, de modo que el segundo dispositivo se sincroniza con el primer dispositivo. Por lo tanto, teóricamente, un TOD en la primera trama de sincronización de tiempo y un TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo son las mismas; sin embargo, existe un error en una situación real y el error es generalmente inferior a 100 nanosegundos. 30

Opcionalmente, en esta realización de esta solicitud, el tercer dispositivo y el segundo dispositivo pueden ser un mismo dispositivo. 35

Por ejemplo, en el escenario de protección de anillo mostrado en la FIG. 8, cuando el reloj grandmaster es defectuoso, un reloj secundario mantiene la sincronización de tiempo con el dispositivo 3. De esta manera, el dispositivo 3 puede enviar una trama de sincronización de tiempo al dispositivo 1, de modo que el dispositivo 1 mantenga la sincronización de tiempo con el dispositivo 3. 40

En base a la descripción anterior, se puede apreciar que, en esta realización de esta solicitud, se genera una trama de sincronización de tiempo según la información de tiempo, de modo que es posible implementar la transmisión bidireccional entre dispositivos y la sincronización de tiempo entre diferentes dispositivos. Por ejemplo, se puede determinar una dirección de transmisión según la prioridad de un dispositivo, para usar completamente los recursos de la línea inactiva, y la prioridad del dispositivo se puede determinar según la distancia entre un dispositivo y una fuente de tiempo. Esto no se limita en esta solicitud. 45

Por lo tanto, según el procedimiento de sincronización de tiempo proporcionado en esta solicitud, un primer dispositivo genera, según un primer esquema de codificación, una primera trama de sincronización de tiempo que incluye un primer TOD y un primer encabezado de trama, donde el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y envía la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo usando una línea única, de modo que el segundo dispositivo identifica la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo, y rastrea un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD, ahorrando así recursos de línea e implementando la transmisión bidireccional de información de tiempo entre dispositivos. 50 55

Debe entenderse que los números de secuencia de los procedimientos anteriores no significan secuencias de ejecución en varias realizaciones de esta solicitud. Las secuencias de ejecución de los procedimientos deben determinarse según las funciones y la lógica interna de los procedimientos, y no deben interpretarse como una limitación en los procedimientos de implementación de las realizaciones de esta solicitud. 60

A continuación, se describe en detalle una realización de esta solicitud con referencia a la FIG. 9A y la FIG. 9B. Cabe señalar que la descripción está destinada simplemente a ayudar a los expertos en la materia a comprender mejor esta realización de esta solicitud. Los significados de varios términos en esta realización de esta solicitud son los mismos que los de las realizaciones anteriores.

310. Un primer dispositivo genera una primera trama de sincronización de tiempo según un primer esquema de codificación, donde la primera trama de sincronización de tiempo incluye un primer encabezado de trama y un primer TOD, y el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación.

10 El primer dispositivo puede obtener un TOD de un reloj grandmaster según un flujo de servicio y similares, o el primer dispositivo es el reloj grandmaster y está configurado para proporcionar un servicio de temporización a otro dispositivo, de modo que el primer dispositivo pueda generar la primera trama de sincronización de tiempo.

15 320. El primer dispositivo envía la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo usando una línea única.

20 330. El segundo dispositivo identifica la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación que se transporta en el primer encabezado de trama y obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo.

340. El segundo dispositivo envía la primera trama de sincronización de tiempo al primer dispositivo en un tiempo 1.

25 Después de recibir la primera trama de sincronización de tiempo, el primer dispositivo puede efectuar una medición automática del retraso. Una señal de medición transporta información de medición e información de encabezado de señal de medición, y la información de encabezado de señal de medición se usa para indicar un esquema de codificación de la señal de medición.

30 350. El segundo dispositivo recibe la primera trama de sincronización devuelta en un tiempo 2.

360. El segundo dispositivo determina la mitad de una diferencia entre el tiempo 2 y el tiempo 1 como un retraso 1 entre el segundo dispositivo y el primer dispositivo.

35 370. El segundo dispositivo mantiene la sincronización de tiempo con el primer dispositivo según el retraso 1 y el primer TOD.

380. Un tercer dispositivo genera una segunda trama de sincronización de tiempo según un segundo esquema de codificación, donde la segunda trama de sincronización de tiempo incluye un segundo encabezado de trama y un segundo TOD, y el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación.

40 390. El tercer dispositivo envía la segunda trama de sincronización de tiempo al primer dispositivo usando una línea única.

45 400. El primer dispositivo identifica la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación que se transporta en el segundo encabezado de trama y obtiene el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo.

410. El primer dispositivo envía la segunda trama de sincronización de tiempo al tercer dispositivo en un tiempo 3.

50 420. El primer dispositivo recibe, en un tiempo 4, la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta por el tercer dispositivo.

55 Al recibir la señal de medición, el primer dispositivo necesita determinar si una trama recibida es una trama de sincronización de tiempo enviada por el primer dispositivo, para asegurarse de que el número de secuencia de la trama sea correcto. Esto evita un error provocado porque un cálculo de retraso se efectúa sobre un tiempo de envío y un tiempo de recepción que tienen tramas diferentes.

430. El primer dispositivo determina la mitad de una diferencia entre el tiempo 4 y el tiempo 3 como un retraso 2 entre el primer dispositivo y el tercer dispositivo.

60 440. El primer dispositivo mantiene la sincronización de tiempo con el tercer dispositivo según el retraso 2 y el segundo TOD.

El primer dispositivo puede generar la primera trama de sincronización de tiempo según el primer esquema de codificación, y enviar la primera trama de sincronización de tiempo al segundo dispositivo, para mantener la sincronización de tiempo con el segundo dispositivo. De manera correspondiente, el primer dispositivo puede recibir además la segunda trama de sincronización de tiempo que es generada por el tercer dispositivo según el segundo esquema de codificación, a fin de mantener la sincronización con el tercer dispositivo. Es decir, el primer dispositivo puede recibir un TOD y enviar un TOD simultáneamente, de modo que se pueda implementar el rastreo y la protección de múltiples dispositivos.

10 Debe entenderse que la etapa 370 a la etapa 420 y la etapa 310 a la etapa 360 pueden efectuarse simultáneamente, es decir, la etapa 370 y la etapa 310 pueden efectuarse simultáneamente; o la etapa 370 puede efectuarse antes de la etapa 310. Esto no se limita en esta solicitud.

Debe entenderse además que, para una manera específica de indicar la información correspondiente, se puede hacer referencia a las realizaciones anteriores. Por brevedad, los detalles no se describen nuevamente en esta invención.

Por lo tanto, según el procedimiento de sincronización de tiempo proporcionado en esta solicitud, un primer dispositivo genera, según un primer esquema de codificación, una primera trama de sincronización de tiempo que incluye un primer TOD y un primer encabezado de trama, donde el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y envía la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo usando una línea única, de modo que el segundo dispositivo identifica la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo, y rastrea un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD, ahorrando así recursos de línea e implementando la transmisión bidireccional de información de tiempo entre dispositivos.

Debe entenderse que los números de secuencia de los procedimientos anteriores no significan secuencias de ejecución en varias realizaciones de esta solicitud. Las secuencias de ejecución de los procedimientos deben determinarse según las funciones y la lógica interna de los procedimientos, y no deben interpretarse como una limitación en los procedimientos de implementación de las realizaciones de esta solicitud.

Lo anterior describe en detalle el procedimiento de sincronización de tiempo según esta realización de esta solicitud, y lo siguiente describe un primer dispositivo según una realización de esta solicitud.

La FIG. 10 es un diagrama de bloque esquemático de un primer dispositivo 500 según una realización de esta solicitud. El primer dispositivo 500 puede configurarse para ejecutar el procedimiento mostrado en la FIG. 5. Para términos relacionados con implementaciones específicas del primer dispositivo 500, consulte la descripción de la realización mostrada en la FIG. 5. Como se muestra en la FIG. 10, el primer dispositivo 500 incluye:

un conjunto de generación 510, configurado para generar una primera trama de sincronización de tiempo según un primer esquema de codificación, donde la primera trama de sincronización de tiempo incluye un primer encabezado de trama y un primer tiempo del día TOD, el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y un conjunto de envío 520, configurado para enviar la primera trama de sincronización de tiempo generada por el conjunto de generación 510 a un segundo dispositivo mediante el uso de una primera línea única, para activar el segundo dispositivo para que identifique la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador de primer esquema de codificación, que obtenga el primer TOD de la primera trama de sincronización de tiempo y que rastree un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD.

Por lo tanto, según el primer dispositivo proporcionado, en esta realización de esta solicitud, el primer dispositivo genera, según un primer esquema de codificación, una primera trama de sincronización de tiempo que incluye un primer TOD y un primer encabezado de trama, donde el primer encabezado de trama transporta un identificador de el primer esquema de codificación y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y envía la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo usando una línea única, de modo que el segundo dispositivo identifica la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo, y rastrea un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD, a fin de ahorrar recursos de línea.

Opcionalmente, en esta realización de esta solicitud, el primer dispositivo 500 incluye, además:

un primer conjunto receptor, configurado para recibir una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo incluye  
5 un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo;  
un primer conjunto de identificación, configurado para identificar la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de  
10 sincronización de tiempo; y  
un primer conjunto de rastreo, configurado para rastrear un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD.

En esta realización de esta solicitud, opcionalmente, el primer dispositivo 500 incluye, además:

15 un segundo conjunto receptor, configurado para recibir una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo incluye un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la  
20 segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo;  
un segundo conjunto de identificación, configurado para identificar la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo;  
25 un conjunto de determinación, configurado para determinar un retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo;  
un conjunto de corrección, configurado para corregir el segundo TOD según el retraso; y  
un segundo conjunto de rastreo, configurado para rastrear un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD  
30 corregido.

Opcionalmente, el conjunto de determinación está específicamente configurado para:

enviar, en un primer tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo al tercer dispositivo usando la segunda línea única;

35 recibir, en un segundo tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta por el tercer dispositivo; y  
determinar que el retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo es igual a la mitad de la diferencia entre el segundo y el primer tiempo.

Opcionalmente, en esta realización de esta solicitud, la información del primer tiempo se representa en una forma en  
40 código binario.

En esta realización de esta solicitud, opcionalmente, la primera trama de sincronización de tiempo transporta además un primer identificador de fuente de tiempo.

45 Opcionalmente, en esta realización de esta solicitud, la segunda trama de sincronización de tiempo transporta, además, información de la segunda frecuencia, y el segundo conjunto de rastreo está configurado específicamente para:

rastrear el tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido y la segunda información de frecuencia.

50 Opcionalmente, en esta realización de esta solicitud, la segunda trama de sincronización de tiempo transporta, además, un segundo identificador de fuente de tiempo.

Opcionalmente, en esta realización de esta solicitud, el segundo TOD se representa en una forma de código binario.

55 En esta realización de esta solicitud, opcionalmente, el segundo dispositivo y el tercer dispositivo son un mismo dispositivo.

Opcionalmente, en esta realización de esta solicitud, la primera trama de sincronización de tiempo transporta, además, la primera información de frecuencia, y la primera trama de sincronización de tiempo se usa, además, para activar el  
60 segundo dispositivo a fin de que rastree el tiempo del primer dispositivo según la primera información de frecuencia.

El primer dispositivo 500 en esta realización de esta solicitud puede corresponder a un primer dispositivo en un

procedimiento de sincronización de tiempo según una realización de esta solicitud, y tanto las operaciones anteriores como otras operaciones y/o funciones de los conjuntos en el primer dispositivo 500 se usan por separado para implementar las etapas correspondientes de los procedimientos. Por brevedad, los detalles no se describen nuevamente en esta invención.

5 Por lo tanto, un primer dispositivo proporcionado en esta realización de esta solicitud genera, según un primer esquema de codificación, una primera trama de sincronización de tiempo que incluye un primer TOD y un primer encabezado de trama, donde el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y envía la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo usando una línea única, de modo que el segundo dispositivo identifica la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo, y rastrea un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD, ahorrando así recursos de línea e implementando la transmisión bidireccional de información de tiempo entre 15 dispositivos.

La FIG. 11 muestra una estructura de un primer dispositivo según una realización de esta solicitud. El primer dispositivo mostrado en la FIG. 11 puede configurarse para implementar el primer dispositivo 500 mostrado en la FIG. 10. Con referencia a la FIG. 11, el primer dispositivo incluye al menos un procesador 702 (por ejemplo, un CPU), al menos una 20 interfaz de red 705 u otra interfaz de comunicaciones, una memoria 706 y al menos un bus de comunicaciones 703 que está configurado para implementar la conexión y la comunicación entre estos aparatos. El procesador 702 está configurado para ejecutar un módulo ejecutable almacenado en la memoria 706, por ejemplo, un programa de ordenador. La memoria 706 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (en inglés, RAM: *Random Access Memory*) de alta velocidad, y puede incluir, además, una memoria no volátil, por ejemplo, al menos una memoria de disco magnético. La conexión de comunicación a al menos otro elemento de red se implementa usando la al menos una 25 interfaz de red 705 (que puede ser cableada o inalámbrica).

En algunas implementaciones, la memoria 706 almacena un programa 7061 y el procesador 702 ejecuta el programa 7061, a fin de efectuar las siguientes operaciones:

30 generar una primera trama de sincronización de tiempo según un primer esquema de codificación, donde la primera trama de sincronización de tiempo incluye un primer encabezado de trama y un primer tiempo del día TOD, el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y 35 enviar la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo mediante el uso de la interfaz de red 705 y mediante el uso de una primera línea única, para activar el segundo dispositivo a fin de que identifique la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtenga el primer TOD de la primera trama de sincronización de tiempo y rastree un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD.

40 A partir de la solución técnica anterior proporcionada en esta realización de esta solicitud, se puede apreciar que se genera una primera trama de sincronización de tiempo que transporta información de un primer TOD y un primer encabezado de trama, y la primera trama de sincronización de tiempo se envía a un segundo dispositivo usando una línea única, de modo que el segundo dispositivo mantenga la sincronización de tiempo con el primer dispositivo según 45 la primera trama de sincronización de tiempo, para ahorrar recursos de línea.

Opcionalmente, el conjunto de procesamiento 702 está configurado, además, para:

50 recibir una segunda trama de sincronización de tiempo de un tercer dispositivo usando la interfaz de red 705 y una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo incluye un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo; 55 identificar la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo; y rastrear un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD.

Opcionalmente, el procesador 702 está configurado además para:

60 recibir una segunda trama de sincronización de tiempo de un tercer dispositivo usando la interfaz de red 705 y una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según

un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo incluye un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo;

- 5 identificar la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo;  
 determinar un retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo;  
 corregir el segundo TOD según el retraso; y  
 10 rastrear un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido.

Opcionalmente, el procesador 702 está específicamente configurado para:

- enviar, en un primer tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo al tercer dispositivo usando la interfaz de red 705 y la segunda línea única;  
 15 recibir, mediante el uso de la interfaz de red 705, en un segundo tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta por el tercer dispositivo; y  
 determinar que el retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo es igual a la mitad de la diferencia entre el segundo y el primer tiempo.

- 20 Opcionalmente, la primera información de tiempo transportada en la primera trama de sincronización de tiempo se representa en una forma de código binario.

- Opcionalmente, la primera trama de sincronización de tiempo transporta, además, un primer identificador de fuente de tiempo.  
 25 tiempo.

Opcionalmente, la segunda trama de sincronización de tiempo transporta, además, segunda información de frecuencia, y el procesador 702 está configurado específicamente para:

- 30 rastrear el tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido y la segunda información de frecuencia.

Opcionalmente, el segundo dispositivo y el tercer dispositivo son un mismo dispositivo.

- Opcionalmente, la segunda trama de sincronización de tiempo transporta, además, un segundo identificador de fuente de tiempo.  
 35 de tiempo.

Opcionalmente, el segundo TOD se representa en una forma de código binario.

- Opcionalmente, la primera trama de sincronización de tiempo transporta, además, primera información de frecuencia, y la primera trama de sincronización de tiempo se usa, además, para activar el segundo dispositivo a fin de que rastree el tiempo del primer dispositivo según la primera información de frecuencia.  
 40 el tiempo del primer dispositivo según la primera información de frecuencia.

- A partir de la solución técnica anterior proporcionada en esta solicitud, se puede apreciar que un primer dispositivo genera, según un primer esquema de codificación, una primera trama de sincronización de tiempo que incluye un primer TOD y un primer encabezado de trama, donde el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y envía la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo usando una línea única, de modo que el segundo dispositivo identifica la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo, y rastrea un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD, ahorrando así recursos de línea e implementando la transmisión bidireccional de información de tiempo entre dispositivos.  
 45 primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y envía la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo usando una línea única, de modo que el segundo dispositivo identifica la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, obtiene el primer TOD a partir de la primera trama de sincronización de tiempo, y rastrea un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD, ahorrando así recursos de línea e implementando la transmisión bidireccional de información de tiempo entre dispositivos.  
 50 primer dispositivo según el primer TOD, ahorrando así recursos de línea e implementando la transmisión bidireccional de información de tiempo entre dispositivos.

- Una realización de esta solicitud proporciona, además, un medio de almacenamiento de ordenador, y el medio de almacenamiento de ordenador puede almacenar una instrucción de programa que se usa para indicar cualquiera de los procedimientos.  
 55 los procedimientos.

Opcionalmente, el medio de almacenamiento puede ser específicamente una memoria 706.

- El término "y/o" en esta memoria descriptiva describe solo una relación de asociación para describir objetos asociados y representa que pueden existir tres relaciones. Por ejemplo, A y/o B puede representar los siguientes tres casos: solo existe A, existen tanto A como B, y solo existe B. Además, el carácter "/" en esta memoria descriptiva generalmente indica una relación "o" entre los objetos asociados.  
 60 y representa que pueden existir tres relaciones. Por ejemplo, A y/o B puede representar los siguientes tres casos: solo existe A, existen tanto A como B, y solo existe B. Además, el carácter "/" en esta memoria descriptiva generalmente indica una relación "o" entre los objetos asociados.

Debe entenderse que los números de secuencia de los procedimientos anteriores no significan secuencias de ejecución en varias realizaciones de esta solicitud. Las secuencias de ejecución de los procedimientos deben determinarse según las funciones y la lógica interna de los procedimientos, y no deben interpretarse como una  
5 limitación en los procedimientos de implementación de las realizaciones de esta solicitud.

Los expertos en la materia pueden ser conscientes de que los conjuntos y las etapas de algoritmo de cada ejemplo descrito con referencia a las realizaciones descritas en esta memoria descriptiva se pueden implementar mediante un hardware electrónico o una combinación de software de ordenador y hardware electrónico. Si las funciones se efectúan  
10 mediante hardware o software depende de aplicaciones particulares y condiciones de restricción de diseño de las soluciones técnicas. Los expertos en la materia pueden usar diferentes procedimientos para implementar las funciones descritas para cada aplicación concreta.

Los expertos en la materia pueden entender claramente que, para una descripción breve y conveniente, para un procedimiento de trabajo detallado del sistema, aparato y conjunto anteriores, se puede hacer referencia a un procedimiento correspondiente en las realizaciones del procedimiento anterior, y los detalles no se describen  
15 nuevamente.

En las varias realizaciones proporcionadas en esta solicitud, se debe entender que el sistema, aparato y procedimiento descritos se pueden implementar de otras maneras. Por ejemplo, la realización del aparato descrita es solo un ejemplo. Por ejemplo, la división en conjuntos es solo la división de la función lógica y puede ser otra división en la implementación real. Por ejemplo, se pueden combinar o integrar múltiples conjuntos o componentes en otro sistema, o algunas características se pueden ignorar o no efectuar. Además, los acoplamientos mutuos mostrados o discutidos o los acoplamientos directos o las conexiones de comunicación pueden implementarse a través de algunas interfaces,  
20 acoplamientos indirectos o conexiones de comunicación entre los aparatos o conjuntos, o conexiones eléctricas, conexiones mecánicas o conexiones en otras formas.

Los conjuntos descritos como partes separadas pueden estar o no físicamente separados, y las partes mostradas como conjuntos pueden ser o no conjuntos físicos, pueden estar situadas en una posición, o pueden estar distribuidas  
30 en múltiples conjuntos de una red. Algunos o todos los conjuntos se pueden seleccionar según las necesidades reales para lograr los objetivos de las soluciones de las realizaciones.

Además, los conjuntos funcionales en las realizaciones de esta solicitud se pueden integrar en un conjunto de procesamiento, o cada uno de los conjuntos puede existir físicamente de manera independiente, o dos o más conjuntos se integran en un conjunto. El conjunto integrado se puede implementar en forma de hardware o de un conjunto funcional de software.  
35

Cuando el conjunto integrado se implementa en forma de un conjunto funcional de software y se vende o se usa como un producto independiente, el conjunto integrado se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Basándose en dicho entendimiento, las soluciones técnicas de esta solicitud, de manera esencial, la parte que contribuye a la técnica anterior, o algo de las soluciones técnicas, se pueden implementar en la forma de un producto de software. El producto de software se almacena en un medio de almacenamiento e incluye varias instrucciones para dar instrucciones a un dispositivo de ordenador (que puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red) para efectuar todas o alguna parte de las etapas de los procedimientos descritos en las  
40 realizaciones de esta solicitud. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar código de programa, como un conjunto flash USB, un disco duro extraíble, una memoria de solo lectura (ROM, Read-Only Memory), una memoria de acceso aleatorio (RAM, Random Access Memory), un disco magnético o un disco óptico.  
45

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de sincronización de tiempo, que comprende:  
generar (101),  
5 mediante un primer dispositivo, una primera trama de sincronización de tiempo según un primer esquema de codificación, donde la primera trama de sincronización de tiempo comprende un primer encabezado de trama y un primer tiempo del día, TOD, el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y  
10 enviar (102), mediante el primer dispositivo, la primera trama de sincronización de tiempo a un segundo dispositivo mediante el uso de una primera línea única, para activar el segundo dispositivo a fin de que identifique (103) la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, que obtenga el primer TOD de la primera trama de sincronización de tiempo y que rastree (104) un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD.  
15
2. El procedimiento según la reivindicación 1, donde el procedimiento comprende, además:  
recibir, mediante el primer dispositivo, una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo comprende un  
20 segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo;  
identificar, mediante el primer dispositivo, la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo;  
25 y rastrear, mediante el primer dispositivo, un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, donde el procedimiento comprende, además:  
recibir, mediante el primer dispositivo, una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer  
30 dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo comprende un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo;  
identificar, mediante el primer dispositivo, la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del  
35 segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo;  
determinar, mediante el primer dispositivo, un retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo;  
corregir, mediante el primer dispositivo, el segundo TOD según el retraso; y  
rastrear, mediante el primer dispositivo, un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido.  
40
4. El procedimiento según la reivindicación 3, donde la determinación, mediante el primer dispositivo, de un retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo comprende:  
enviar, mediante el primer dispositivo, en un primer tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo al tercer  
45 dispositivo usando la segunda línea única;  
recibir, mediante el primer dispositivo, en un segundo tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta por el tercer dispositivo; y determinar, mediante el primer dispositivo, que el retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo es igual a la mitad de la diferencia entre el segundo y el primer tiempo.  
50
5. El procedimiento según la reivindicación 3 o 4, donde la segunda trama de sincronización de tiempo transporta, además, la segunda información de frecuencia, y el rastreo, mediante el primer dispositivo, de un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido comprende:  
rastrear, mediante el primer dispositivo, el tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido y la segunda  
55 información de frecuencia.
6. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, donde el segundo dispositivo y el tercer dispositivo son un mismo dispositivo.
- 60 7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la primera trama de sincronización de tiempo transporta, además, la primera información de frecuencia, y la primera trama de sincronización de tiempo se usa, además, para activar el segundo dispositivo a fin de que rastree el tiempo del primer dispositivo según la primera

información de frecuencia.

8. Un primer dispositivo (500), que comprende:

un conjunto de generación (510), configurado para generar una primera trama de sincronización de tiempo según un primer esquema de codificación, donde la primera trama de sincronización de tiempo comprende un primer encabezado de trama y una primer tiempo del día, TOD, el primer encabezado de trama transporta un identificador del primer esquema de codificación, y el primer esquema de codificación define un límite de la primera trama de sincronización de tiempo y una ubicación del primer TOD en la primera trama de sincronización de tiempo; y un conjunto de envío (520), configurado para enviar la primera trama de sincronización de tiempo generada por el conjunto de generación a un segundo dispositivo mediante el uso de una primera línea única, para activar el segundo dispositivo a fin de que identifique la primera trama de sincronización de tiempo según el identificador del primer esquema de codificación, que obtenga el primer TOD de la primera trama de sincronización de tiempo y que rastree un tiempo del primer dispositivo según el primer TOD.

- 15 9. El primer dispositivo según la reivindicación 8, donde el primer dispositivo comprende, además:  
un primer conjunto receptor, configurado para recibir una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo comprende un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo;  
20 un primer conjunto de identificación, configurado para identificar la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo; y  
25 un primer conjunto de rastreo, configurado para rastrear un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD.

10. El primer dispositivo según la reivindicación 8, donde el primer dispositivo comprende, además:

- un segundo conjunto receptor, configurado para recibir una segunda trama de sincronización de tiempo desde un tercer dispositivo usando una segunda línea única, donde la segunda trama de sincronización de tiempo es generada por el tercer dispositivo según un segundo esquema de codificación, la segunda trama de sincronización de tiempo comprende un segundo TOD y un segundo encabezado de trama, el segundo encabezado de trama transporta un identificador del segundo esquema de codificación, y el segundo esquema de codificación define un límite de la segunda trama de sincronización de tiempo y una ubicación del segundo TOD en la segunda trama de sincronización de tiempo;  
30 un segundo conjunto de identificación, configurado para identificar la segunda trama de sincronización de tiempo según el identificador del segundo esquema de codificación, y obtener el segundo TOD a partir de la segunda trama de sincronización de tiempo;  
un conjunto de determinación, configurado para determinar un retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo;  
40 un conjunto de corrección, configurado para corregir el segundo TOD según el retraso; y  
un segundo conjunto de rastreo, configurado para rastrear un tiempo del tercer dispositivo según el segundo TOD corregido.

11. El primer dispositivo según la reivindicación 10, donde el conjunto de determinación está configurado para:

- 45 enviar, en un primer tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo al tercer dispositivo usando la segunda línea única;  
recibir, en un segundo tiempo, la segunda trama de sincronización de tiempo devuelta por el tercer dispositivo; y  
determinar que el retraso para transmitir la segunda trama de sincronización de tiempo desde el primer dispositivo al tercer dispositivo es igual a la mitad de la diferencia entre el segundo y el primer tiempo.

- 50 12. El primer dispositivo según la reivindicación 10 u 11, donde la segunda trama de sincronización de tiempo transporta, además, la segunda información de frecuencia, y el segundo conjunto de rastreo está configurado específicamente para:  
rastrear el tiempo del tercer dispositivo según con el segundo TOD corregido y la segunda información de frecuencia.

- 55 13. El primer dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, donde el segundo dispositivo y el tercer dispositivo son un mismo dispositivo.

14. El primer dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, donde la primera trama de sincronización de tiempo lleva además la información de la primera frecuencia, y la primera trama de sincronización de tiempo se usa, además, para activar el segundo dispositivo a fin de que rastree el tiempo del primer dispositivo según la información de la primera frecuencia.

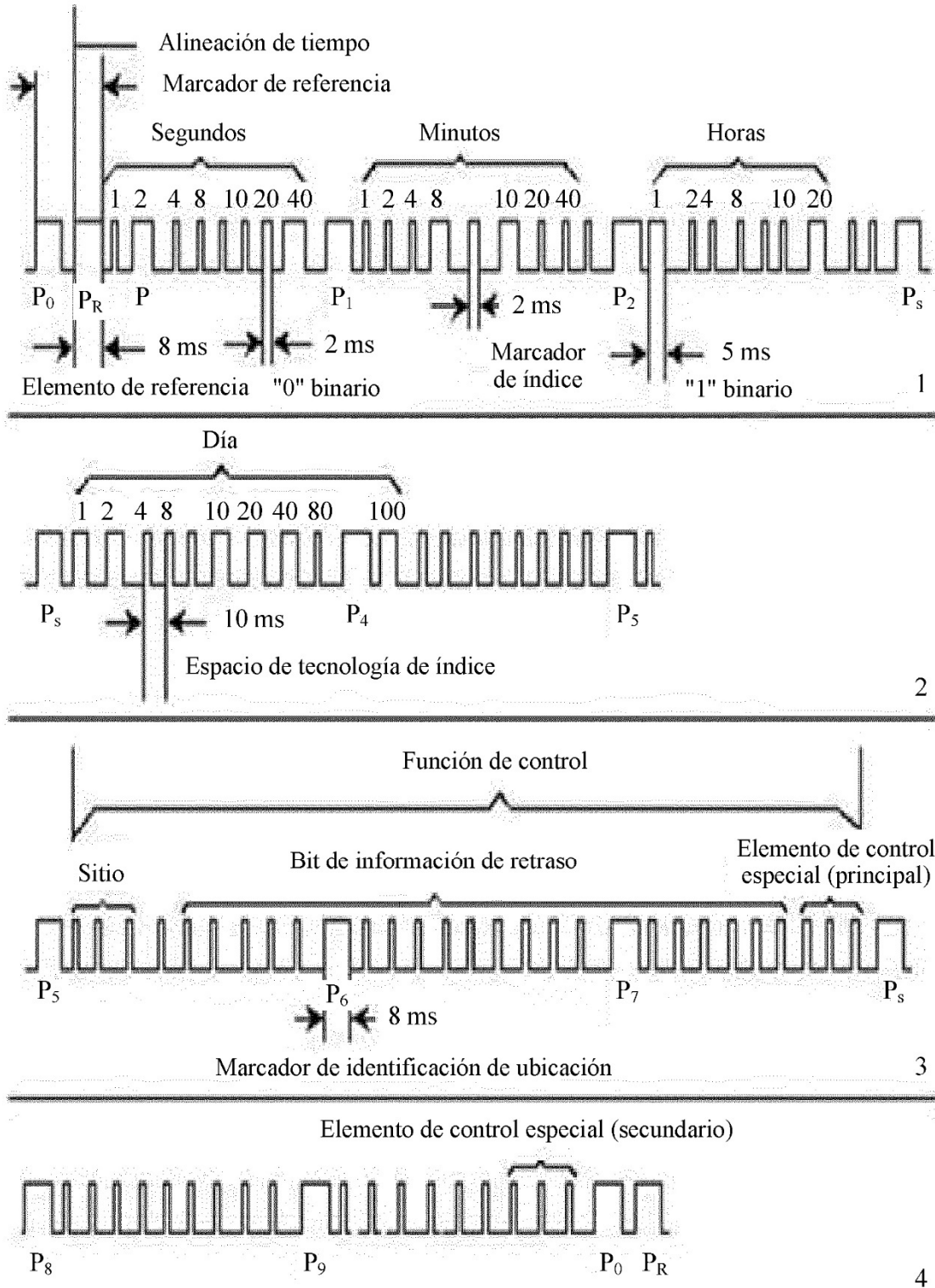


FIG. 1

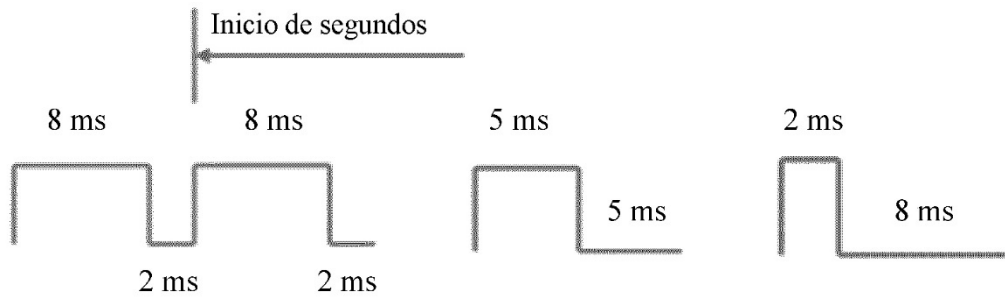


FIG. 2a

FIG. 2b

FIG. 2c

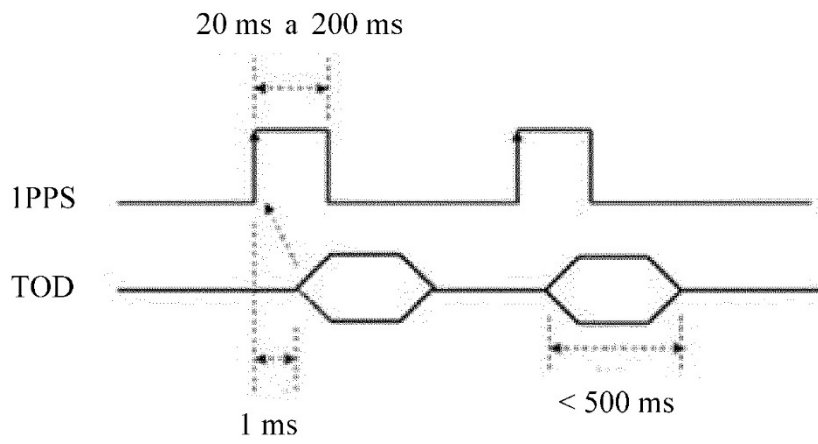


FIG. 3

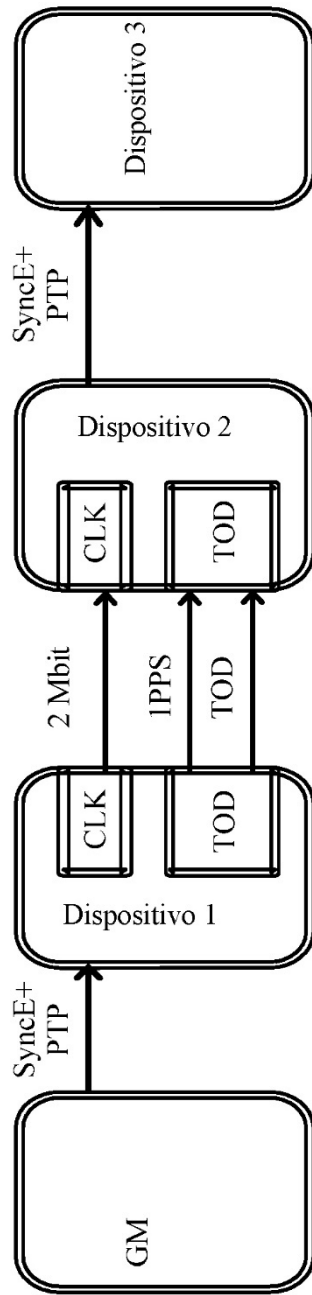


FIG. 4

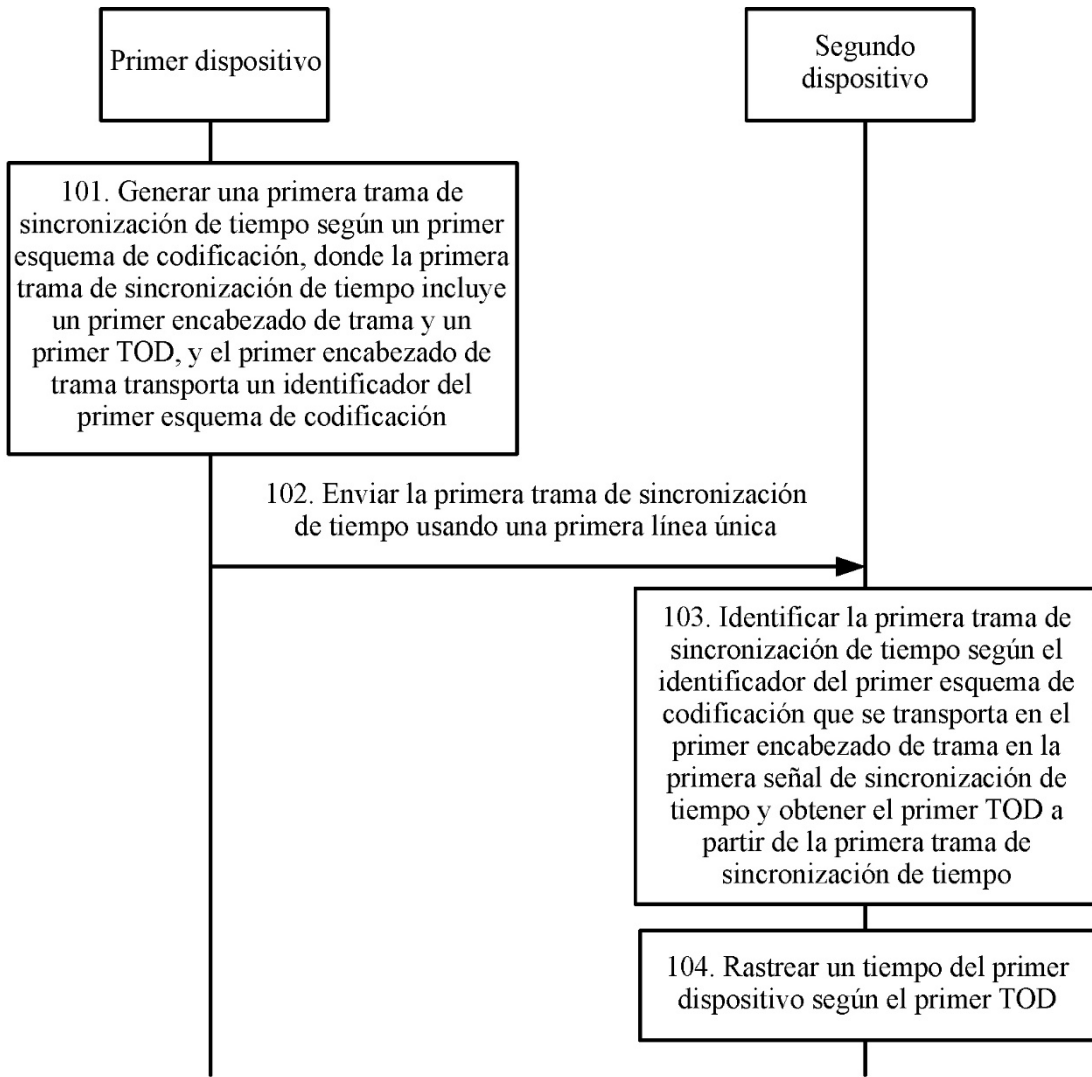


FIG. 5

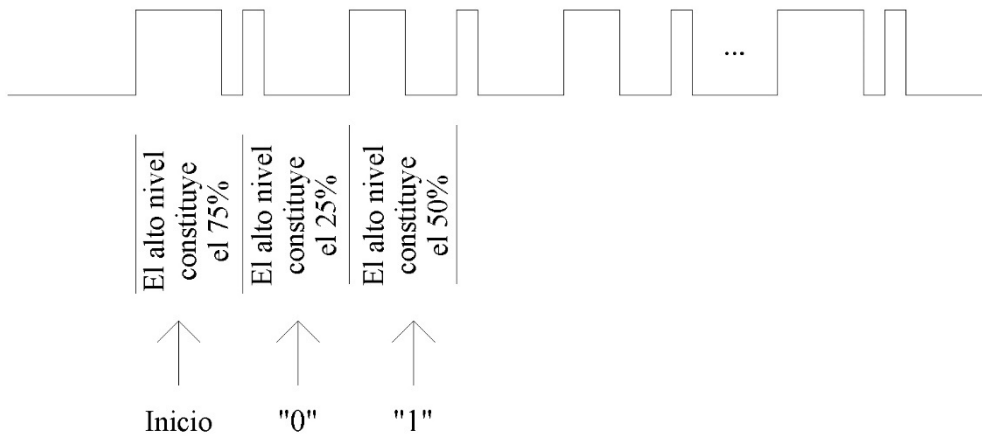


FIG. 6

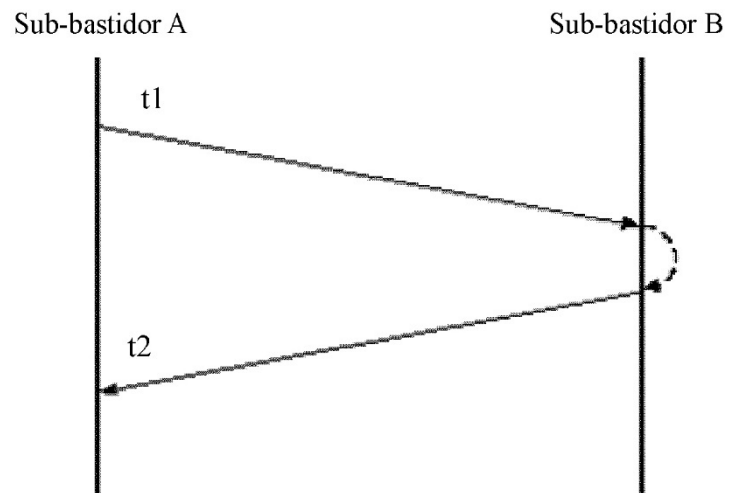


FIG. 7

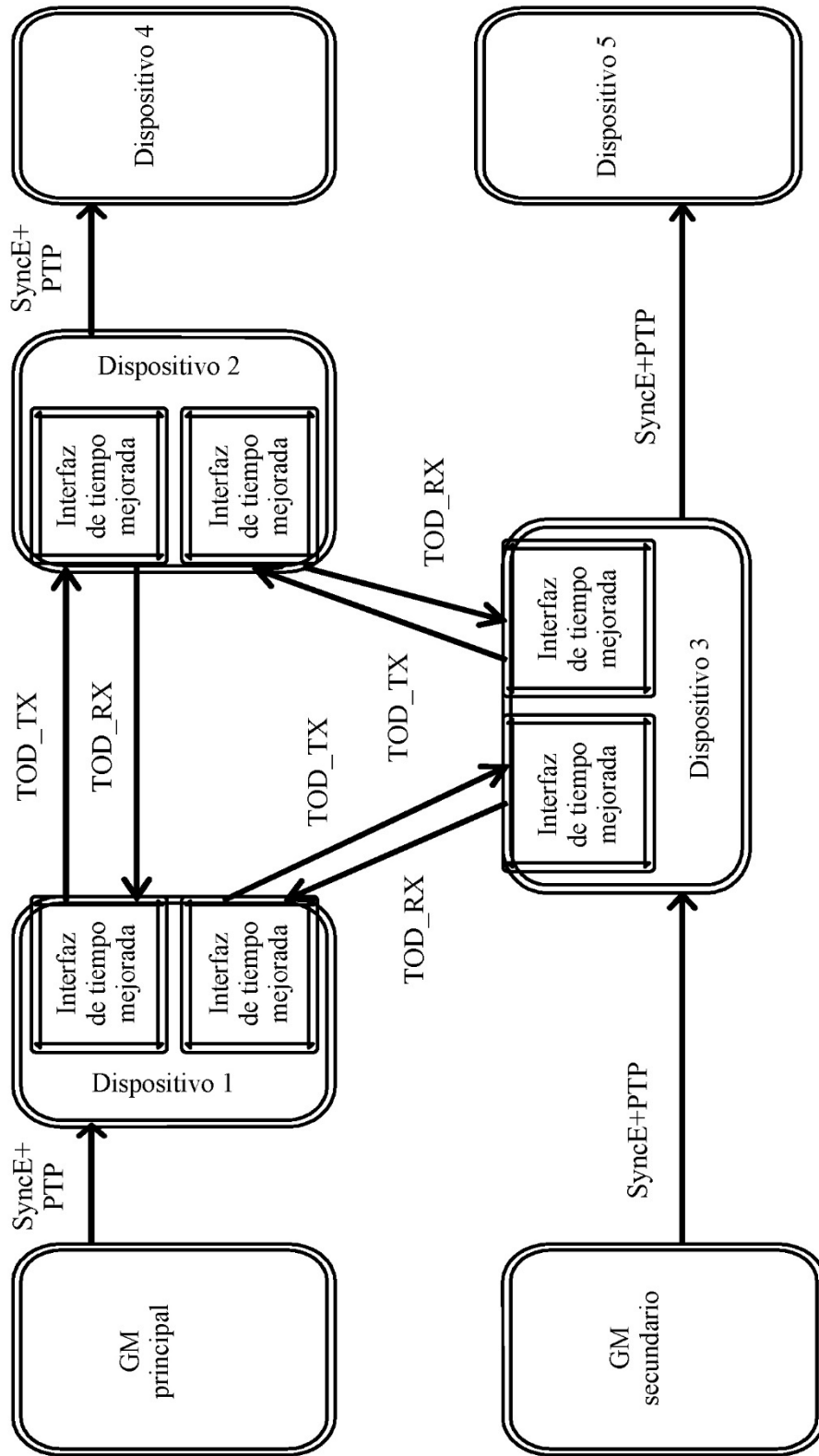


FIG. 8

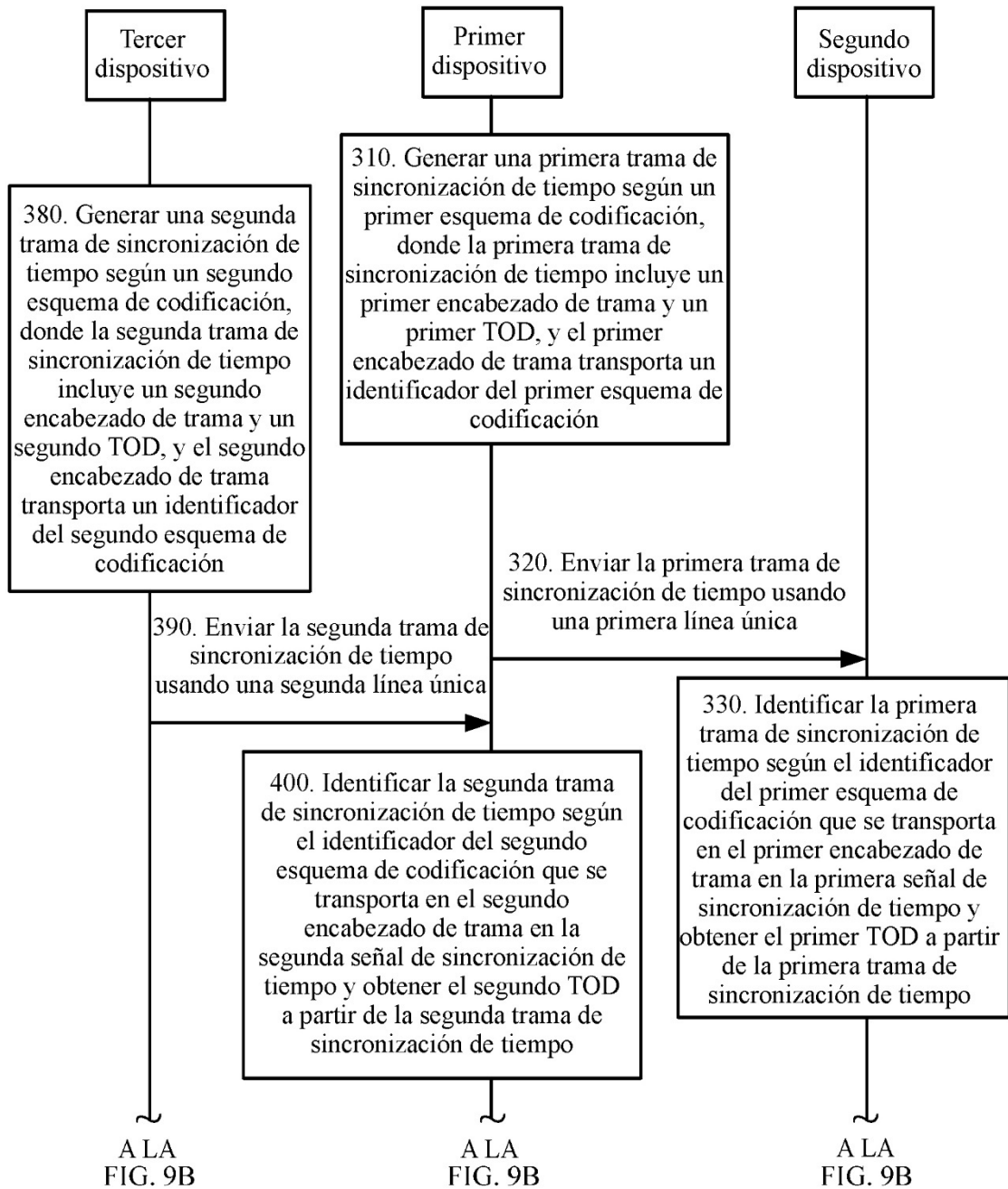


FIG. 9A

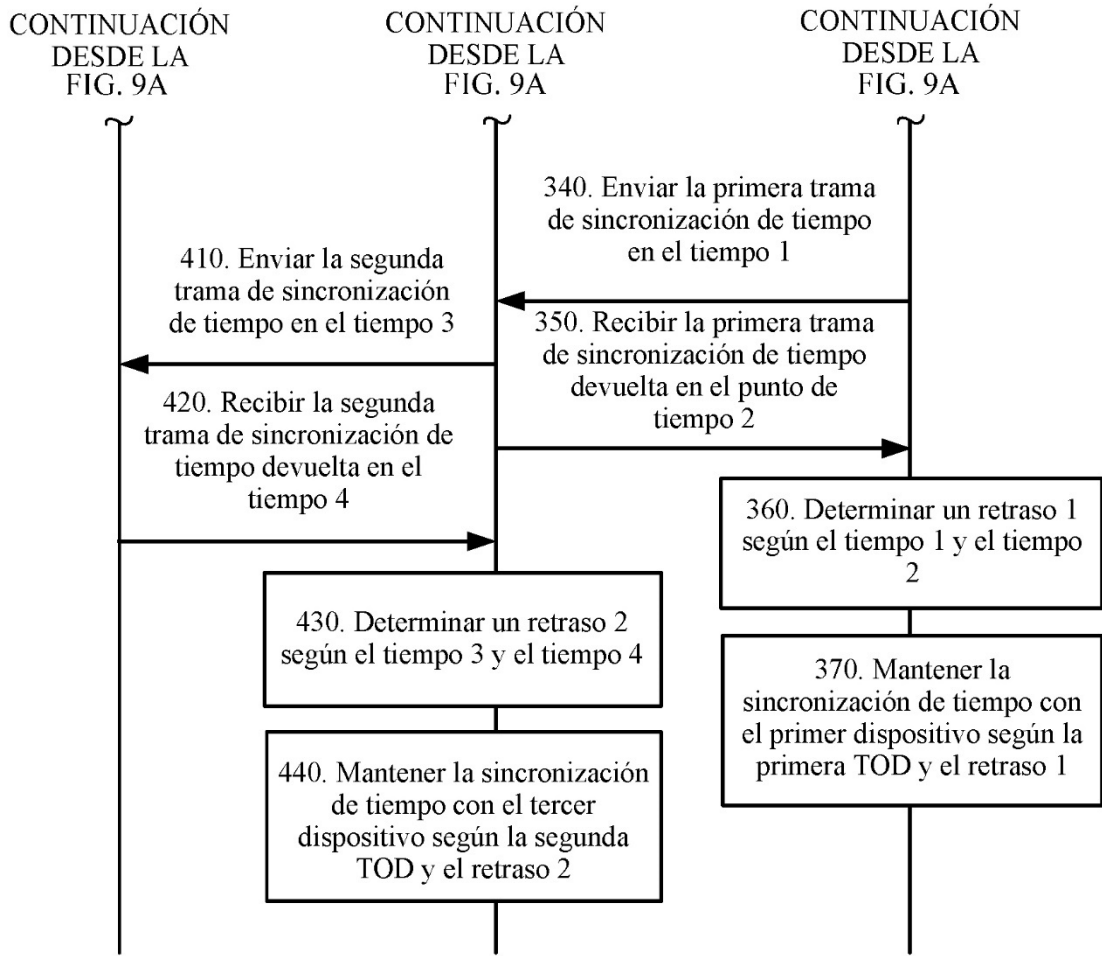


FIG. 9B

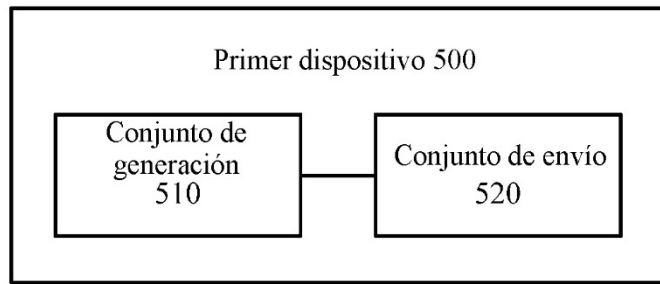


FIG. 10

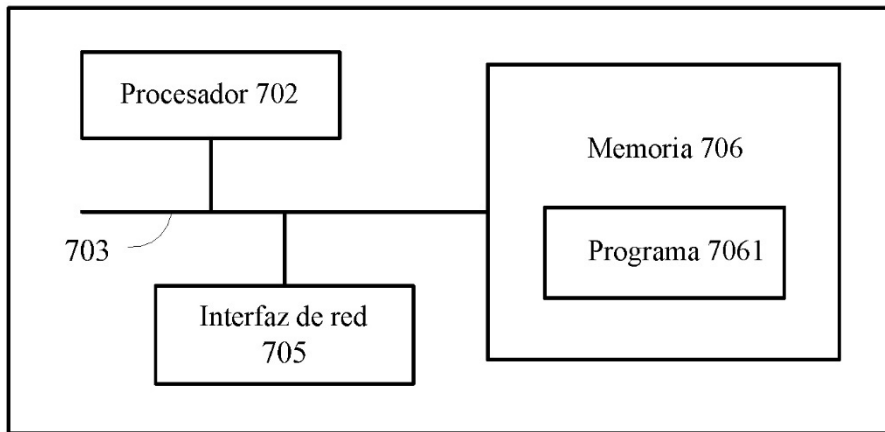


FIG. 11