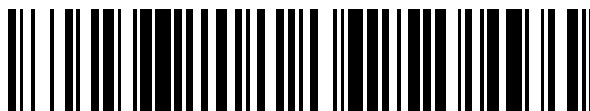


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 832 724**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04L 12/413** (2006.01)

**H04W 56/00** (2009.01)

**G06F 11/20** (2006.01)

**H04L 12/40** (2006.01)

**H04L 27/26** (2006.01)

**H04L 5/22** (2006.01)

**H04L 5/02** (2006.01)

**G06F 13/362** (2006.01)

**G06F 13/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2017** **E 17210917 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2020** **EP 3425833**

54 Título: **Sistema implementado sobre la base de una arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial**

30 Prioridad:  
**05.07.2017 CN 201710543947**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.06.2021**

73 Titular/es:  
**KYLAND TECHNOLOGY CO., LTD. (100.0%)**  
**F15 Building 2, No. 30 Shixing Road, Shijingshan District**  
**Beijing 100041, CN**

72 Inventor/es:  
**LI, PING**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 832 724 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

Sistema implementado sobre la base de una arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial

### Campo

La presente descripción se refiere al campo de la tecnología de internet industrial, y específicamente a un sistema implementado sobre la base de una arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial.

### Antecedentes

Con el desarrollo de las tecnologías de Internet, varios buses se utilizan ampliamente en la automatización del campo industrial para lograr la monitorización en tiempo real de un campo industrial por un extremo de control.

En la tecnología actual los buses que se utilizan en los campos industriales son generalmente buses de un solo operador, y normalmente incluyen buses de Red de Área de Controlador (CAN) o buses Ethernet. El ancho de banda de transmisión de un bus CAN es normalmente inferior a 50 MHz. Cuando se usa en un campo industrial grande, un bus CAN necesita conectarse con una gran cantidad de dispositivos de campo industriales, donde todos estos dispositivos de campo industriales necesitan comunicar datos con un extremo de control mediante la ocupación de algo de ancho de banda de transmisión. Sin embargo, dado que el ancho de banda de transmisión del bus CAN es bastante bajo, la tasa de transmisión de datos en el bus es baja, lo que da como resultado un rendimiento deficiente de la transmisión. Cuando se utiliza un bus Ethernet en un campo industrial, los dispositivos de campo industriales necesitan acceder a Ethernet y transmitir datos a través de un conmutador Ethernet, lo que complica la estructura del sistema de red y dificulta el cableado en el campo. Además, los canales Ethernet se asignan mediante el protocolo Acceso Múltiple de Escucha de Portadora con Detección de Colisión (CSMA/CD), que es adecuado para la transmisión de datos en ráfagas más que para transmisión en tiempo real, por lo que el bus Ethernet no es adecuado para un gran campo industrial o para un campo industrial donde la transmisión en tiempo real es muy necesaria.

Una solicitud de patente china cuyo número de solicitud es 201610467015.8, se refiere a un método para implementar un bus de banda ancha de campo de internet industrial, y en el método según la invención, un controlador de bus y los respectivos terminales de bus transmiten datos en sus respectivos intervalos de tiempo para asegurar de ese modo una transmisión de datos puntual y temporalmente determinista. Por tanto las realizaciones de la invención implementan un método de alto rendimiento, altamente confiable y en tiempo real para implementar un bus de banda ancha de campo de internet industrial. Además un medio de transmisión de la red de transmisión de datos de dos hilos puede ser un par trenzado o un par trenzado blindado de modo que el método según la realización de la invención puede ser aplicable a una instalación de control industrial tradicional que utiliza un bus y, por tanto puede ser altamente aplicable universalmente.

En el documento de Choong et al.: "An Efficient TDMA Based MAC Frame Structure In OFDM Systems", se describe que la estructura de trama general de los sistemas actuales de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) se basa en el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) basado en reservas. La trama TDMA consta de una serie de ráfagas, que son los formatos de transmisión de la capa física. Dado que OFDM/TDMA utiliza un ancho de banda ancho que consta de un gran número de bandas estrechas, incluso la asignación de tamaño para la ráfaga más pequeña es tan grande que no se puede esperar un buen rendimiento cuando se requiere una granularidad fina. En este documento, sugerimos una idea para obtener una granularidad fina de manera eficaz y mejorar considerablemente el rendimiento del sistema.

En vista de este desafío, es difícil que los buses de un solo operador mencionados anteriormente satisfagan los requisitos de rendimiento de transmisión de varios dispositivos de campo industriales en un gran campo industrial.

### Compendio

Las realizaciones de la descripción proporcionan un sistema de bus para abordar el problema existente de que es difícil que los buses de un solo operador mencionados anteriormente satisfagan los requisitos de rendimiento de transmisión de varios dispositivos de campo industriales en un campo industrial grande.

Una realización de la descripción proporciona un sistema de bus que incluye: un controlador de bus, terminales de bus, y un bus de dos hilos, en el que el controlador de bus y cada uno de los terminales de bus están conectados a través del bus de dos hilos para constituir una red, el controlador de bus se comunica con cualquiera de los terminales de bus mediante el uso de tecnología de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal, OFDM, los terminales de bus se comunican entre sí mediante tecnología OFDM, las subportadoras ocupadas por cada uno de los terminales de bus no interfieren entre sí, y una estructura de trama de una trama de señal utilizada durante la comunicación comprende una subtrama de sistema de enlace descendente, una subtrama de enlace descendente, y una subtrama de enlace ascendente; el controlador de bus está configurado para: transmitir una señal piloto de enlace descendente en la subtrama del sistema de enlace descendente; transmitir un mensaje de difusión en la subtrama de enlace descendente para indicar a un terminal de bus que se inicialice; después de recibir una solicitud de acceso transmitida por el terminal de bus en la subtrama de enlace ascendente, asignar bloques de recursos del canal para el terminal de bus basándose en la información de servicio en la solicitud de acceso; determinar un retardo de transmisión entre

el terminal de bus y el controlador de bus basándose en una diferencia entre un tiempo de recepción y un tiempo de envío de la solicitud de acceso; y transmitir un resultado de la asignación de los bloques de recursos del canal y el retardo de transmisión entre el terminal de bus y el controlador de bus al terminal de bus en la subtrama de enlace descendente; y el terminal de bus está configurado para: realizar la sincronización del sistema y la estimación del canal, basándose en la señal piloto de enlace descendente recibida; transmitir la solicitud de acceso en la subtrama de enlace ascendente después de la recepción del mensaje de difusión; transmitir y recibir datos de servicio basándose en el resultado recibido de la asignación de los bloques de recursos del canal; ajustar un retardo de transmisión del tiempo de envío para que una señal se transmita al controlador de bus de según el retardo de transmisión entre el terminal de bus y el controlador de bus, para que esté sincronizado con el sistema.

Opcionalmente, la subtrama del sistema de enlace descendente es una primera subtrama en cada trama de señal; el controlador de bus está configurado para transmitir la señal piloto de enlace descendente al terminal de bus en la subtrama del sistema de enlace descendente antes de transmitir una señal de enlace descendente al terminal de bus en la subtrama de enlace descendente; y el terminal de bus está configurado para: determinar una compensación de reloj y una compensación de símbolo entre el terminal de bus y el controlador de bus basándose en la señal piloto de enlace descendente recibida; corregir un reloj respectivamente para una señal recibida y una señal a transmitir, basándose en la compensación del reloj; y ajustar una posición de ventana respectivamente para la señal recibida y la señal a transmitir, basándose en la compensación del símbolo.

Opcionalmente, la información de servicio incluye un tipo de servicio y una cantidad de servicio correspondiente al tipo de servicio; y los bloques de recursos del canal asignados por el controlador de bus para el terminal de bus incluyen un bloque de recursos del canal de subtrama de enlace ascendente y un bloque de recursos del canal de subtrama de enlace descendente; el controlador de bus está configurado para: asignar bloques de recursos del canal correspondientes al tipo de servicio para el terminal de bus según el tipo de servicio; y determinar el número de bloques de recursos del canal asignados correspondientes al tipo de servicio basándose en la cantidad de servicio correspondiente al tipo de servicio; y el terminal de bus está configurado para: transmitir los datos de servicio al controlador de bus a través del bloque de recursos del canal de subtrama de enlace ascendente correspondiente al tipo de servicio, según el resultado de la asignación de los bloques de recursos del canal; y recibir un mensaje de respuesta retroalimentado por el controlador de bus para los datos de servicio recibidos, a través del bloque de recursos del canal de subtrama de enlace descendente correspondiente al tipo de servicio.

Opcionalmente, además de una señal de datos, cada símbolo OFDM en la subtrama de enlace ascendente lleva una señal piloto de enlace ascendente para que el controlador de bus realice la estimación de canal; y una cantidad de subportadoras de la subtrama de enlace ascendente ocupada por la señal de datos y una cantidad de subportadoras de la subtrama de enlace ascendente ocupada por la señal piloto de enlace ascendente se asignan según una relación predeterminada.

Opcionalmente, hay un primer intervalo de guarda entre una subtrama de enlace descendente y una subtrama de enlace ascendente de la trama de señal, y un segundo intervalo de guarda entre una subtrama de enlace ascendente de la trama de señal y una subtrama de sistema de enlace descendente de una siguiente trama de señal, donde el primer intervalo de guarda reserva tiempo para conmutar entre la subtrama de enlace descendente y la subtrama de enlace ascendente de la trama de señal, y el segundo intervalo de guarda reserva tiempo para conmutar entre la subtrama de enlace ascendente de la trama de señal y la subtrama del sistema de enlace descendente de la siguiente trama de señal.

Opcionalmente, la trama de señal incluye además una subtrama de sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente; el terminal de bus está configurado además para transmitir la señal piloto de enlace ascendente y la señal de datos al controlador de bus en la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente, donde la señal de datos comprende la solicitud de acceso; y el controlador de bus está configurado además para: realizar una estimación de canal según la señal piloto de enlace ascendente y asignar bloques de recursos del canal para el terminal de bus en respuesta a la solicitud de acceso.

Opcionalmente, el controlador de bus transmite datos en un primer segmento de tiempo que consiste en la subtrama de enlace descendente y la subtrama del sistema de enlace descendente; y el terminal de bus transmite datos en un segundo segmento de tiempo que consiste en la subtrama de enlace ascendente; cuando el terminal de bus se comunica con el controlador de bus, entonces el terminal de bus recibe datos en la subtrama de enlace descendente y la subtrama del sistema de enlace descendente; y cuando los terminales de bus se comunican entre sí, los terminales de bus reciben datos en la subtrama de enlace ascendente.

Opcionalmente, una trama de señal que incluye la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente es una trama especial, y una trama de señal que no incluye ninguna subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente es una trama normal; las subtramas de la trama normal están dispuestas en el orden de la subtrama del sistema de enlace descendente, la subtrama de enlace descendente, el primer intervalo de guarda, la subtrama de enlace ascendente y el segundo intervalo de guarda; y las subtramas de la trama especial están dispuestas en el orden de la subtrama del sistema de enlace descendente, la subtrama de enlace descendente, el primer intervalo de guarda, la subtrama de enlace ascendente, la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente y el segundo intervalo de guarda; y el número de símbolos OFDM en cada una de la subtrama del sistema de enlace

descendente, la subtrama de enlace descendente, el primer intervalo de guarda, el segundo intervalo de guarda, la subtrama de enlace ascendente y la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente en la trama de señal se preestablece según sea necesario.

- 5 Opcionalmente, cuando el controlador de bus se comunica con cualquiera de los terminales de bus mediante el uso de tecnología OFDM, y cuando los terminales de bus se comunican entre sí mediante el uso de tecnología OFDM, los datos transmitidos en la trama de señal incluyen una dirección IP de destino y una dirección IP de origen.

Opcionalmente, el sistema incluye además un controlador de bus de repuesto configurado para habilitarse cuando se determina que el controlador de bus en el sistema funciona de manera anormal.

- 10 En el sistema implementado sobre la base de la arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial según las realizaciones de la descripción, el controlador de bus puede transmitir datos con cada terminal de bus mediante el uso de tecnología OFDM, y los terminales de bus pueden transmitir datos entre sí mediante el uso de tecnología OFDM. Las subportadoras ocupadas por cada terminal de bus no interfieren entre sí, lo que evita así eficazmente la interferencia de comunicación entre los terminales de bus, lo que mejora la relación de utilización del ancho de banda durante la transmisión de datos y lo que logra un gran ancho de banda de hasta cientos de MHz.
- 15 Además, el controlador de bus en el sistema puede transmitir una señal piloto de enlace descendente en una subtrama del sistema de enlace descendente de modo que cada terminal de bus se sincronice rápidamente con el sistema sobre la base de la señal piloto de enlace descendente, y en las realizaciones de la descripción, cada trama de señal incluye un enlace descendente subtrama del sistema que transporta una señal piloto de enlace descendente, de modo que cada terminal de bus puede realizar una estimación de canal según la señal piloto de enlace descendente, lo que
- 20 mejora la capacidad de corrección de errores del sistema para mejorar la fiabilidad del sistema. Además, el controlador de bus puede transmitir un mensaje de difusión en una subtrama de enlace descendente para indicar a cada terminal de bus que se inicialice, de modo que se inicialice cada terminal de bus. Además, cada terminal de bus puede transmitir una solicitud de acceso que lleva información de servicio en una subtrama de enlace ascendente, de modo que el controlador de bus puede asignar bloques de recursos del canal para cada terminal de bus según la información de
- 25 servicio en la solicitud de acceso, y dado que los bloques de recursos del canal están asignados en respuesta a la demanda de un servicio, los recursos se pueden asignar de manera más razonable para proporcionar transmisión de datos en tiempo real según se requiera. A continuación, las realizaciones de la descripción proporcionan una solución rápida sincronizada, en tiempo real, de alta velocidad y confiable con respecto al buen rendimiento, alta confiabilidad, características estrictas de tiempo real y alta seguridad requeridas por una arquitectura de bus de banda ancha de
- 30 campo de internet industrial.

### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un sistema implementado sobre la base de una arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial según una realización de la descripción.

- 35 La Figura 2 es un diagrama estructural esquemático de una trama de señal utilizada durante la comunicación mediante el uso de tecnología OFDM según una realización de la descripción.

La Figura 3 es un diagrama esquemático de la configuración de símbolos OFDM de cada subtrama en una estructura de trama según una realización de la descripción.

La Figura 4 es un diagrama de flujo operativo esquemático de un sistema implementado sobre la base de una arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial según una realización de la descripción.

### 40 Descripción detallada de las realizaciones

- Las soluciones técnicas según las realizaciones de la descripción se describen a continuación clara y completamente con referencia a los dibujos en las realizaciones de la descripción, y aparentemente las realizaciones descritas a continuación son solo una parte distinta de todas las realizaciones de la descripción. Basándose en las realizaciones descritas en el presente documento, todas las demás realizaciones que se les puedan ocurrir a los expertos en la
- 45 técnica sin ningún esfuerzo inventivo caerán dentro del alcance de la descripción.

Las realizaciones de la descripción proporcionan una solución rápida sincronizada, en tiempo real, de alta velocidad y confiable con respecto al buen rendimiento, alta confiabilidad, característica estricta de tiempo real y alta seguridad requeridas por una arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial.

Las realizaciones de la descripción se describen a continuación con más detalles con referencia a los dibujos.

- 50 La Figura 1 ilustra un diagrama estructural esquemático de un sistema implementado sobre la base de una arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial según una realización de la descripción.

El sistema incluye un controlador de bus, al menos un terminal de bus y un bus de dos hilos. El controlador de bus y el terminal de bus están conectados a través del bus de dos hilos para constituir una red. El controlador de bus se comunica con cualquiera de al menos un terminal de bus mediante el uso de tecnología OFDM. Si el sistema incluye

más de un terminal de bus, entonces los terminales de bus se comunican entre sí mediante el uso de también la tecnología OFDM, y las subportadoras ocupadas por cada terminal de bus no interfieren entre sí. El bus de dos hilos es un bus de banda ancha de campo, como un par de bus diferencial con dos líneas que transmiten una señal mediante el uso de tecnología OFDM.

5 Específicamente la Figura 2 ilustra una estructura de trama de una trama de señal utilizada durante la comunicación mediante el uso de tecnología OFDM según una realización de la descripción. Los procesos operativos del controlador de bus y el terminal de bus en el sistema según la realización de la descripción se describen a continuación en detalle junto con las funciones de cada subtrama en la estructura de la trama.

10 (1) La estructura de trama de la trama de señal incluye una subtrama del sistema de enlace descendente, una subtrama de enlace descendente y una subtrama de enlace ascendente.

Después de que se haya encendido el sistema, entre el controlador de bus y el terminal de bus, primero, la sincronización del sistema y la estimación del canal se pueden completar a través de la subtrama del sistema de enlace descendente en la trama de señal, y luego la inicialización de la red y la planificación de recursos del canal se pueden completar a través de la subtrama de enlace descendente y la subtrama de enlace ascendente en la trama de  
15 señal, específicamente como sigue.

El controlador de bus está configurado para: transmitir una señal piloto de enlace descendente en la subtrama del sistema de enlace descendente; transmitir un mensaje de difusión en la subtrama de enlace descendente para indicar al terminal de bus que se inicialice; tras la recepción de una solicitud de acceso transmitida por el terminal de bus en la subtrama de enlace ascendente, asignar bloques de recursos del canal al terminal de bus basándose en la  
20 información de servicio en la solicitud de acceso; y transmitir un resultado de la asignación de los bloques de recursos del canal al terminal de bus en la subtrama de enlace descendente.

El terminal de bus está configurado para: realizar la sincronización del sistema y la estimación del canal basándose en la señal piloto de enlace descendente recibida; transmitir la solicitud de acceso en la subtrama de enlace ascendente tras la recepción del mensaje de difusión; transmitir y recibir datos de servicio basándose en el resultado  
25 recibido de la asignación de los bloques de recursos del canal.

Aquí para mejorar la confiabilidad del sistema durante la transmisión de datos, en la realización de la descripción, se agrega una subtrama del sistema de enlace descendente para que sea una primera subtrama (es decir, antes de cada subtrama de enlace descendente) en cada trama de señal para realizar la estimación del canal y para mantener la sincronización del sistema. La sincronización del sistema incluye sincronización de reloj y sincronización de símbolos.

30 En una implementación específica, el controlador de bus puede transmitir la señal piloto de enlace descendente al terminal de bus en la subtrama del sistema de enlace descendente antes de transmitir una señal de enlace descendente al terminal de bus en la subtrama de enlace descendente. De manera correspondiente, el terminal de bus puede determinar una compensación de reloj y una compensación de símbolo entre el terminal de bus y el controlador de bus basándose en la señal piloto de enlace descendente recibida; corregir un reloj, respectivamente,  
35 para una señal recibida y una señal a transmitir basándose en la compensación del reloj, y ajustar una posición de ventana de la señal recibida y la señal a transmitir, respectivamente, basándose en la compensación del símbolo; y ajustar un retardo de transmisión del tiempo de envío para que se transmita una señal al controlador de bus después de que se determine un retardo de transmisión entre el terminal de bus y el controlador de bus, para que se sincronice con el sistema.

40 En la realización de la descripción, el terminal de bus toma el controlador de bus como estándar. Durante la recepción y transmisión de una señal, el terminal de bus corrige un reloj de forma adaptativa y determina una posición de ventana para una señal recibida y una señal a transmitir, respectivamente, según la señal piloto de enlace descendente para sincronizar el reloj y el símbolo con el controlador de bus. El terminal de bus ajusta el tiempo de envío de una señal en función del retardo de transmisión para sincronizar todos los dispositivos del sistema de bus, lo que proporciona  
45 una garantía subyacente para un servicio rigurosamente en tiempo real. El controlador de bus no realiza ningún ajuste durante la transmisión o recepción de la señal.

Además cuando el sistema se está inicializando, el controlador de bus puede transmitir el mensaje de difusión al terminal de bus en la subtrama de enlace descendente para indicar al terminal de bus que se inicialice, donde el mensaje de difusión puede incluir un parámetro requerido por cada terminal de bus durante la inicialización del sistema.  
50 De manera correspondiente, el terminal de bus puede inicializarse según el parámetro en el mensaje de difusión después de la recepción del mensaje de difusión, y transmitir la solicitud de acceso al controlador de bus en la subtrama de enlace ascendente después de inicializarse.

Aquí la solicitud de acceso lleva la información del servicio, donde la información del servicio incluye un tipo de servicio y una cantidad de servicio correspondiente al tipo de servicio. El controlador de bus puede transmitir un mensaje de reconocimiento de acceso, que lleva el resultado de la asignación de los bloques de recursos del canal, en la subtrama  
55 del enlace descendente.

En una implementación específica, el controlador de bus puede asignar al terminal de bus los bloques de recursos del canal correspondientes al tipo de servicio en la solicitud de acceso, y determinar el número de bloques de recursos del canal que se asignarán correspondientes al tipo de servicio en la solicitud de acceso según la cantidad de servicio correspondiente al tipo de servicio. Los bloques de recursos del canal asignados por el controlador de bus para el terminal de bus incluyen un bloque de recursos del canal de subtrama de enlace ascendente y un bloque de recursos del canal de subtrama de enlace descendente.

Además, el terminal de bus puede transmitir los datos de servicio al controlador de bus a través del bloque de recursos del canal de subtrama de enlace ascendente correspondiente al tipo de servicio, según el resultado de la asignación de los bloques de recursos del canal transmitidos por el controlador de bus, y puede obtener un mensaje de respuesta alimentado de vuelta por el controlador de bus para los datos de servicio recibidos, a través del bloque de recursos del canal de subtrama de enlace descendente correspondiente al tipo de servicio.

Aquí el tipo de servicio en la información del servicio incluye un servicio de velocidad fija y un servicio de velocidad variable. El servicio de velocidad fija se refiere a un servicio de datos para el que la transmisión en tiempo real no es muy necesaria o para el que existe una demanda de transmisión estable. Y el servicio de velocidad variable se refiere a un servicio de datos para el que la transmisión en tiempo real es muy necesaria, o para el que existe una demanda de transmisión variable, o para el que hay un servicio de datos indeciso. La demanda de transmisión mencionada con anterioridad menos incluye ancho de banda y velocidad.

En una implementación específica, si el controlador de bus determina que el tipo de servicio en la información de servicio recibida es un servicio de velocidad fija, entonces asigna al terminal de bus bloques de recursos de servicio de velocidad fija para transmitir el servicio de velocidad fija, y determina el número de bloques de recursos del servicio de velocidad fija que se asignarán según la cantidad de servicio del servicio de velocidad fija. En consecuencia el terminal de bus puede transmitir los datos de servicio al controlador de bus a través de los bloques de recursos de servicio de velocidad fija según el resultado de la asignación de los bloques de recursos del canal, y obtener el mensaje de respuesta retroalimentado por el controlador de bus para los datos de servicio recibidos, a través de los bloques de recursos de servicio de velocidad fija.

Si el controlador de bus determina que el tipo de servicio en la información de servicio es un servicio de velocidad variable, entonces asigna al terminal de bus bloques de recursos de servicio de velocidad variable para transmitir el servicio de velocidad variable, y determina el número de bloques de recursos de servicio de velocidad variable para que se asignarán según la cantidad de servicio del servicio de velocidad variable. En consecuencia el terminal de bus puede transmitir los datos de servicio al controlador de bus a través de los bloques de recursos de servicio de velocidad variable según el resultado de la asignación de los bloques de recursos del canal, y obtener el mensaje de respuesta retroalimentado por el controlador de bus para los datos de servicio recibidos, a través de los bloques de recursos de servicio de velocidad variable.

Aquí cuando se inicializa el sistema, es decir, cuando el terminal de bus solicita un acceso al controlador de bus, el tipo de servicio que se incluye en la solicitud de acceso reportada es un servicio de velocidad fija, de modo que el controlador de bus puede asignar al terminal de bus bloques de recursos del servicio de velocidad fija, y el terminal de bus no tiene que reportar ningún servicio de velocidad fija nuevamente en un período de tiempo. Además, después de que el acceso ha tenido éxito, es decir, el terminal de bus y el controlador de bus en el sistema funcionan de manera estable, si el terminal de bus necesita cambiar el tipo de servicio o agrega un servicio de velocidad variable, puede solicitar el controlador de bus en el enlace ascendente subtrama para asignar recursos según el tipo de servicio modificado o el servicio de velocidad variable añadido. De manera correspondiente el controlador de bus puede asignar bloques de recursos de servicio de velocidad variable para el tipo de servicio cambiado o el servicio de velocidad variable agregado reportado por el terminal de bus.

Además, en una implementación específica, una prioridad de cada servicio de datos se puede determinar respectivamente según un tipo de servicio de cada servicio de datos y una relación de correspondencia preestablecida entre una prioridad y un tipo de servicio. El servicio de datos incluye un servicio de velocidad variable y un servicio de velocidad fija.

Los bloques de recursos se asignan respectivamente para cada servicio de datos entre los correspondientes bloques de recursos preasignados según la prioridad de cada servicio de datos, y el resultado de la asignación de los bloques de recursos se transmite al terminal de bus, de modo que el terminal de bus transmite cada servicio de datos correspondientemente según el resultado de la asignación de los bloques de recursos.

De esta manera, el terminal de bus puede transmitir y recibir los datos de servicio a través de los bloques de recursos del canal asignados por el controlador de bus para el terminal de bus. Además, en la realización de la descripción, el controlador de bus puede asignar los bloques de recursos del canal para transmitir el servicio de velocidad fija o para el servicio de velocidad variable según el tipo de servicio reportado por el terminal de bus para así acomodar diferentes demandas de servicio de diferentes terminales de bus para garantizar la transmisión de datos en tiempo real.

Además para mejorar aún más la estabilidad del sistema durante la transmisión de datos, cada símbolo OFDM en la subtrama de enlace ascendente de la trama de señal según la realización de la descripción lleva una señal piloto de

enlace ascendente además de una señal de datos, donde la relación de subportadoras asignadas de la subtrama de enlace ascendente ocupada por la señal de datos a las subportadoras asignadas de la subtrama de enlace ascendente ocupada por la señal piloto de enlace ascendente se puede preestablecer según sea necesario en la realidad, y opcionalmente se puede preestablecer como 2:1. La señal piloto de enlace ascendente está configurada para indicar al controlador de bus que realice la estimación del canal. Dicho de otra manera, el controlador de bus puede extraer la señal piloto de enlace ascendente para realizar la estimación de canal, después de la recepción de los datos transmitidos por el terminal de bus en la subtrama de enlace ascendente. Específicamente, el controlador de bus puede calcular una respuesta de impulso aproximada del canal que se aproxima lo más posible a una respuesta de impulso de canal real mediante el uso de la subtrama de enlace ascendente para compensar el canal.

Además si el al menos un terminal de bus incluye al menos dos terminales de bus, los terminales de bus que se comunican con el controlador de bus mediante el uso de tecnología OFDM también pueden comunicarse entre sí directamente sobre el bus mediante el uso de tecnología OFDM. Por ejemplo, un terminal de bus A puede transmitir datos a un terminal de bus B a través de bloques de recursos del canal de subtrama de enlace ascendente ocupados por el terminal de bus A, y además el terminal de bus B también puede transmitir datos al terminal de bus A por bloques de recursos del canal de subtrama de enlace ascendente ocupados por el terminal de bus B después de la recepción de los datos transmitidos por el terminal de bus A.

Además en la realización de la descripción, el controlador de bus transmite datos en un primer segmento de tiempo que consiste en la subtrama de enlace descendente y la subtrama del sistema de enlace descendente, y los terminales de bus comparten un segundo segmento de tiempo que consiste en la subtrama de enlace ascendente para transmitir datos. Cuando los terminales de bus se comunican con el controlador de bus, los terminales de bus reciben datos en la subtrama de enlace descendente y la subtrama del sistema de enlace descendente. Cuando los terminales de bus se comunican entre sí, reciben datos en la subtrama de enlace ascendente. Además cuando cualquier terminal de bus transmite datos al controlador de bus en la subtrama de enlace ascendente, el controlador de bus puede recibir los datos transmitidos por el terminal de bus en la subtrama de enlace ascendente.

Por supuesto, en una implementación específica, los terminales de bus pueden comunicarse alternativamente entre sí a través de la retransmisión por parte del controlador de bus, es decir, los datos de uno de los terminales de bus se pueden transmitir al controlador de bus, y el controlador de bus puede además reenviar los datos al terminal de bus correspondiente, aunque aquí se omite una descripción repetida de los mismos.

(2) También hay intervalos de guarda en la estructura de trama de la trama de señal.

Aquí hay un primer intervalo de guarda entre la subtrama de enlace descendente y la subtrama de enlace ascendente de la trama de señal, y un segundo intervalo de guarda entre la subtrama de enlace ascendente de la trama de señal y una subtrama del sistema de enlace descendente de una siguiente trama de señal. El primer intervalo de guarda reserva tiempo para conmutar entre la subtrama de enlace descendente y la subtrama de enlace ascendente de la trama de señal, y el segundo intervalo de guarda reserva tiempo para conmutar entre la subtrama de enlace ascendente de la trama de señal y la subtrama del sistema de enlace descendente de la siguiente trama de señal, por lo tanto evita colisiones mientras se transmiten o reciben datos en la subtrama de enlace ascendente o descendente.

Además en una realización de la descripción, la estructura de la trama de la trama de señal puede incluir además una subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente. Una vez que el sistema se ha inicializado y el controlador de bus y el terminal de bus funcionan normalmente entre sí, si un nuevo terminal de bus necesita unirse al controlador de bus, el nuevo terminal de bus puede transmitir una solicitud de acceso al controlador de bus en la subtrama del sistema acceso aleatorio de enlace ascendente.

Específicamente el terminal de bus recién unido puede transmitir una señal piloto de enlace ascendente y la solicitud de acceso al controlador de bus en la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente. El controlador de bus puede realizar una estimación de canal según la señal piloto de enlace ascendente y asignar bloques de recursos del canal para el terminal de bus recién unido según la solicitud de acceso. Además el terminal de bus recién unido puede comunicarse con el controlador de bus u otro terminal de bus a través de los bloques de recursos del canal asignados por el controlador de bus después de haber obtenido los bloques de recursos del canal asignados.

Con referencia a la Figura 2, una trama de señal que incluye una subtrama de sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente es una trama especial, y una trama de señal que no incluye ninguna subtrama de sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente es una trama normal.

Las subtramas en la trama normal están dispuestas en el orden de una subtrama del sistema de enlace descendente, una subtrama de enlace descendente, un primer intervalo de guarda, una subtrama de enlace ascendente y un segundo intervalo de guarda.

Las subtramas de la trama especial están dispuestas en el orden de una subtrama de sistema de enlace descendente, una subtrama de enlace descendente, un primer intervalo de guarda, una subtrama de enlace ascendente, una subtrama de sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente y un segundo intervalo de guarda.

Aquí en la realización de la descripción, las subtramas de las tramas de señal están dispuestas según los órdenes antes mencionados para los siguientes efectos ventajosos: una subtrama del sistema de enlace descendente está dispuesta como la primera subtrama de cada subtrama de señal para que el sistema pueda sincronizarse rápidamente mediante el uso de una señal piloto de enlace descendente transportada en la subtrama del sistema de enlace descendente durante la inicialización del sistema, y dado que la subtrama del sistema de enlace descendente está dispuesta antes de una subtrama de enlace descendente en cada trama de señal, el controlador de bus también puede realizar la sincronización del sistema y la estimación de la señal a través de la señal piloto de enlace descendente transportada en el subtrama del sistema de enlace descendente, después de que el sistema ha comenzado a funcionar de forma estable y antes de que el controlador de bus transmita datos al terminal de bus cada vez, para mejorar la fiabilidad de la transmisión de datos. Además se dispone un primer intervalo de guarda entre la subtrama de enlace descendente y una subtrama de enlace ascendente, y se dispone un segundo intervalo de guarda entre la subtrama de enlace ascendente y una subtrama de sistema de enlace descendente de una trama de señal siguiente, para evitar la colisión mientras se produce la conmutación entre el enlace ascendente y el enlace descendente subtramas para mejorar aún más la fiabilidad de la transmisión de datos. Además la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente de la trama especial está dispuesta después de la subtrama de enlace ascendente de modo que el terminal de bus que solicita un nuevo acceso pueda transmitir la solicitud de acceso al controlador de bus en la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente sin obstaculizar que cualquier terminal de bus que ya esté accediendo al controlador de bus transmita datos de enlace ascendente normalmente, para evitar colisiones con la transmisión de datos de cualquier terminal de bus que ya esté accediendo al controlador de bus. Además se pueden disponer además dos intervalos de protección de acceso respectivamente en dos lados de la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente para evitar también la colisión con la transmisión de datos de cualquier terminal de bus que ya esté accediendo al controlador de bus.

Opcionalmente un número específico de tramas normales y una trama especial pueden constituir una supertrama, donde la trama especial puede ser la última trama de la supertrama. La supertrama puede constar de 256 tramas. Por supuesto, en una implementación específica, la configuración de las tramas normales y la trama especial, así como la longitud de la supertrama se pueden ajustar según un escenario de implementación específico, pero la realización de la descripción no se limita a ello.

Además el número de símbolos OFDM en cada trama de señal,  $N_{SYM}$ , y la longitud de un símbolo OFDM,  $T_{SYM}$ , se puede configurar de forma flexible según las necesidades del sistema. El número de símbolos OFDM incluidos en la subtrama de enlace ascendente, la subtrama del sistema de enlace descendente, la subtrama de enlace descendente, los intervalos de guarda y la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente en la trama de señal, respectivamente, se pueden configurar y ajustar según sea necesario en la realidad.

La Figura 3 ilustra un diagrama esquemático de la configuración de símbolos OFDM de cada subtrama en una estructura de trama según una realización de la descripción.

Para la trama normal, pueden haber dos símbolos OFDM en la subtrama del sistema de enlace descendente, símbolos OFDM  $N_{SYS}^{DL}$  en la subtrama del enlace descendente, y símbolos OFDM  $N_{SYS}^{UL}$  en la subtrama de enlace ascendente. Cada símbolo OFDM en la subtrama de enlace ascendente puede transportar una señal piloto y una señal de datos, y las subportadoras de la subtrama de enlace ascendente ocupada por la señal piloto y las subportadoras de la subtrama de enlace ascendente ocupada por la señal de datos se pueden asignar según una relación preestablecida.

Para la trama especial, los números de símbolos OFDM en la subtrama del sistema de enlace descendente, en la subtrama de enlace descendente y en los intervalos de guarda son los mismos que los de la trama normal, pero los dos últimos símbolos OFDM en la subtrama de enlace ascendente se pueden cambiar a símbolos OFDM de la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente, donde estos dos símbolos OFDM se pueden compartir para transmitir una señal piloto y una señal de datos en la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente, y la relación de subportadoras asignadas de la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente ocupada por la señal piloto a las subportadoras de la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente ocupada por la señal de datos se puede preestablecer según sea necesario en la realidad, y opcionalmente se puede preestablecer como 1:1. Además también hay un primer intervalo de guarda de acceso y un segundo intervalo de guarda de acceso en dos lados de la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente en la trama especial, donde el primer intervalo de guarda de acceso reserva tiempo para cambiar entre la subtrama de enlace ascendente y el sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente subtrama, y el segundo intervalo de guarda de acceso reserva tiempo para cambiar entre la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente y la subtrama del sistema de enlace descendente de la siguiente trama de señal para evitar colisiones mientras se transmiten datos.

Además cuando el controlador de bus se comunica con cualquier terminal de bus y los terminales de bus se comunican entre sí mediante el uso de tecnología OFDM, los datos transmitidos en una trama de señal incluyen una dirección IP de destino y una dirección IP de origen para localizar los terminales de bus correspondientes según las direcciones IP de Internet. Además en la realización de la descripción, se puede realizar una función de IP sin limitarse a IPV4 o IPV6, pero también se puede realizar ampliando las direcciones de IP.

Además según la realización de la descripción, también se puede configurar un controlador de bus de repuesto en el sistema en un escenario de aplicación donde se requiere alta confiabilidad, de modo que el controlador de bus de repuesto se puede habilitar al determinar que el controlador de bus en el sistema funciona de manera anormal. Además, en un escenario de aplicación donde se requiere una alta confiabilidad, también se pueden configurar dos buses idénticos pero independientes, cada equipo de usuario puede acceder a ambos buses al mismo tiempo, y los dos buses funcionan como un bus de repuesto entre sí, pero solo uno de ellos opera en un momento.

Un flujo operativo del sistema implementado sobre la base de una arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial se describe a continuación con más detalles en forma de un flujo de implementación específico del mismo con referencia a la descripción anterior y al diagrama esquemático de la estructura de la trama según la realización de la descripción como se ilustra en la Figura 2, específicamente consulte el diagrama de flujo como se ilustra en la Figura 4.

En la operación 401, después de que se enciende el sistema implementado sobre la base de la arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial, el controlador de bus transmite una señal piloto de enlace descendente al terminal de bus en una subtrama del sistema de enlace descendente de una primera trama de señal.

En la operación 402, el terminal de bus recibe la señal piloto de enlace descendente transmitida por el controlador de bus, y determina una compensación de reloj y una compensación de símbolo entre el terminal de bus y el controlador de bus basándose en la señal piloto de enlace descendente recibida.

En una implementación específica, el controlador de bus transmite dos señales piloto de enlace descendente transportadas por dos símbolos OFDM en la subtrama del sistema de enlace descendente a cada terminal de bus.

En consecuencia, el terminal de bus calcula la compensación de reloj y la compensación de símbolo según las dos señales piloto en una subtrama del sistema de enlace descendente actual, o puede calcular la compensación de reloj y la compensación de símbolo según una o ambas señales piloto en la subtrama del sistema de enlace descendente actual y una o ambas señales piloto en la subtrama del sistema de enlace descendente de una última trama de señal.

Aquí la compensación del reloj se puede calcular de la siguiente manera.

Las dos señales piloto de enlace descendente se multiplican por conjugación, las subportadoras de las dos señales piloto de enlace descendente también se multiplican por conjugación, y la diferencia entre el primer producto y el último producto es la compensación de reloj.

En la operación 403, el terminal de bus corrige un reloj para una señal recibida y corrige un reloj para una señal a transmitir basándose en la compensación de reloj.

De esta manera, el reloj del terminal de bus se puede sincronizar con el reloj del controlador de bus, y el reloj de cada uno de los terminales de bus se puede sincronizar.

En la operación 404, el terminal de bus ajusta una posición de ventana de la señal recibida y ajusta una posición de ventana de la señal a transmitir, basándose en la compensación del símbolo.

De esta forma, los símbolos del terminal de bus se pueden sincronizar con los símbolos del controlador de bus, y los símbolos del terminal de bus se pueden sincronizar con los símbolos de otros terminales de bus.

En una implementación específica, una posición de ventana puede ser una posición de ventana de Transformación Rápida de Fourier (FFT). El terminal de bus puede calcular la compensación de símbolo y determinar una posición de ventana de FFT mediante el uso de un algoritmo de sincronización de símbolo basado en la diferencia de fase piloto.

Durante la inicialización del sistema, la sincronización de símbolos es típicamente una sincronización aproximada, donde el algoritmo de sincronización de símbolos se utiliza para determinar una relación relativa entre una posición de inicio de un símbolo recibido actualmente y una posición de sincronización ideal, para determinar si una posición de inicio de recepción real es la actual. El símbolo recibido comenzó a recibirse antes o después de la posición de sincronización ideal, para ajustar en consecuencia la posición de inicio de recepción real de forma iterativa, para determinar la posición de sincronización ajustada como una posición de sincronización actual, para recibir el siguiente OFDM y para repetir las operaciones anteriores hasta que el sistema esté sincronizado según sea necesario. Una vez que el sistema ha comenzado a funcionar de forma estable, la sincronización de símbolos suele ser una sincronización fina. Una vez finalizada la sincronización aproximada de símbolos, la compensación del símbolo o la diferencia de posición se encuentra dentro de un rango admisible y se ajusta más con precisión mediante una sincronización fina para disminuir aún más la compensación del símbolo o la diferencia de posición.

En la realización de la descripción, cada terminal de bus del sistema de bus corrige en primer lugar el reloj de la señal recibida y corrige el reloj de la señal que se va a transmitir, según la compensación de reloj de modo que el reloj de cada terminal de bus esté sincronizado con el reloj del controlador de bus. Luego, cada terminal de bus ubica la posición de la ventana de FFT según la compensación del símbolo, de modo que los símbolos de cada terminal de bus estén sincronizados con el símbolo del controlador de bus. De esta manera, el terminal de bus que está

sincronizado con el reloj y el símbolo puede recibir posteriormente correctamente la señal transmitida por el controlador de bus.

5 En la operación 405, el controlador de bus transmite un mensaje de difusión en una subtrama de enlace descendente de la primera trama de señal, donde el mensaje de difusión incluye un parámetro requerido para que cada terminal de bus inicialice el sistema.

En la operación 406, el terminal de bus se inicializa al determinar que el mensaje de difusión transmitido por el controlador de bus en la subtrama de enlace descendente se recibe correctamente, y determina que su reloj está sincronizado exitosamente con el reloj del controlador de bus y los símbolos del mismo se sincronizan con éxito con el símbolo del controlador de bus.

10 En la operación 407, el terminal de bus transmite una solicitud de acceso al controlador de bus en una subtrama de enlace ascendente de una primera trama de señal.

15 La solicitud de acceso transporta información de servicio que incluye un tipo de servicio y una cantidad de servicio correspondiente al tipo de servicio. Específicamente, durante la etapa de acceso inicial de un terminal de bus, la información de servicio puede incluir al menos un servicio de velocidad fija del terminal de bus y una cantidad de servicio correspondiente al servicio de velocidad fija (es decir, una demanda de transmisión de servicio de velocidad fija del terminal de bus).

En la operación 408, el controlador de bus recibe la solicitud de acceso y determina un retardo de transmisión basado en la solicitud de acceso obtenida; y también asigna bloques de recursos del canal para el terminal de bus basándose en la información de servicio.

20 Específicamente después de haber recibido el mensaje de solicitud de acceso transmitido por el terminal de bus, el controlador de bus determina el tiempo de envío del mensaje de solicitud de acceso basándose en el tiempo de recepción del mensaje de solicitud de acceso obtenido y un tiempo de envío correspondiente a un número especificado de símbolos OFDM en la subtrama de enlace ascendente. Entonces, el terminal de bus determina un retardo de transmisión entre el terminal de bus y el controlador de bus basándose en la diferencia entre el tiempo de recepción y el tiempo de envío del mensaje de solicitud de acceso.

25 Específicamente el controlador de bus puede dividir un número preestablecido de subportadoras en el dominio del tiempo en bloques de recursos de servicio de velocidad fija para transmitir el servicio de velocidad fija y bloques de recursos de servicio de velocidad variable para transmitir un servicio de velocidad variable, según la demanda de transmisión del servicio de velocidad fija del terminal de bus. Los bloques de recursos del servicio de velocidad fija divididos son el resultado de la asignación de bloques de recursos para el servicio de velocidad fija del terminal de bus.

En la operación 409, el controlador de bus transmite además la señal piloto de enlace descendente en una subtrama del sistema de enlace descendente de una segunda trama de señal para indicar al terminal de bus que realice la sincronización del sistema y la estimación de canal.

35 Aquí el terminal de bus se puede sincronizar con el controlador de bus como se describe en la operación 402 a la operación 404.

40 En la operación 410, el controlador de bus transmite un mensaje de reconocimiento de acceso en una subtrama de enlace descendente de la segunda trama de señal, donde el mensaje de reconocimiento de acceso incluye el retardo de transmisión entre el controlador de bus y el terminal de bus, y el resultado de asignar los bloques de recursos para el servicio de velocidad fija.

En la operación 411, el terminal de bus transmite datos de servicio en una subtrama de enlace ascendente de una segunda trama de señal, basándose en el resultado para asignar los bloques de recursos del servicio de velocidad fija, y ajusta un retardo de transmisión del tiempo de envío para que se transmita una señal al controlador de bus según el retardo de transmisión recibido entre el controlador de bus y el terminal de bus.

45 En la operación 412, el controlador de bus transmite un mensaje de respuesta realimentado para los datos de servicio, en una subtrama de enlace descendente de una siguiente trama de señal.

Hasta ahora la arquitectura del bus se ha inicializado y funciona de forma estable.

50 Mientras el sistema de bus funciona de manera estable, el controlador de bus transmite la señal piloto de enlace descendente al terminal de bus en la subtrama del sistema de enlace descendente antes de que transmita datos en la subtrama de enlace descendente cada vez. De manera correspondiente el terminal de bus realiza la sincronización del sistema y la estimación del canal, después de cada recepción de la señal piloto de enlace descendente en la subtrama del sistema de enlace descendente, aunque aquí se omite una descripción repetida de la misma.

En la operación 413, si el terminal de bus necesita añadir un servicio de velocidad variable, entonces puede transmitir una demanda de transmisión de servicio de velocidad variable en una subtrama de enlace ascendente de una trama de señal actual.

- 5 Aquí la demanda de transmisión del servicio de velocidad variable reportada al controlador de bus se refiere a que el tipo de servicio reportado al controlador de bus es el servicio de velocidad variable y que la cantidad de servicio correspondiente al servicio de velocidad variable se reporta al controlador de bus.

En la operación 414, el controlador de bus asigna bloques de recursos para el servicio de velocidad variable del terminal de bus entre los bloques de recursos de servicio de velocidad variable divididos según la demanda de transmisión del servicio de velocidad variable recibida.

- 10 En una implementación específica, si hay una pluralidad de servicios de velocidad variable en la demanda de transmisión de servicio de velocidad variable, entonces la prioridad de cada servicio de velocidad variable se determina respectivamente según el tipo de cada servicio de velocidad variable y una relación de correspondencia preestablecida entre una prioridad y un tipo de servicio de velocidad variable.

- 15 Aquí, la relación de correspondencia preestablecida entre una prioridad y un tipo de servicio de velocidad variable puede ser la siguiente.

- 20 En primer lugar, los servicios de velocidad variable se pueden dividir en tres tipos de niveles de prioridad, incluido un tipo de prioridad en tiempo real (un tipo de primera prioridad), un tipo de prioridad de espera (un tipo de segunda prioridad) y un tipo de prioridad de ancho de banda (un tercer tipo de prioridad), según sus características de tiempo real, tiempo de espera y demandas de ancho de banda. Los servicios de velocidad variable de cada tipo de niveles de prioridad pueden subdividirse aún más.

Aquí un servicio con una prioridad alta del tipo de prioridad en tiempo real es un servicio para el que se requieren estrictamente las características en tiempo real, así como la limitación de retrasos y fluctuaciones de tiempo, y un servicio con una prioridad baja es un servicio para el que las características de tiempo real, así como la limitación de los retardos de tiempo y las fluctuaciones son menos necesarias.

- 25 Un servicio con una prioridad alta del tipo de prioridad de espera es un servicio para el que hay un tiempo de espera largo para transmitir los datos que se van a transmitir, y un servicio con una prioridad baja del tipo de prioridad de espera es un servicio para el que hay un corto tiempo de espera para transmitir los datos a transmitir.

- 30 Un servicio con una prioridad alta del tipo de prioridad de ancho de banda es un servicio para el que existe una alta demanda de ancho de banda para transmitir los datos que se van a transmitir, y un servicio con una prioridad baja del tipo de prioridad de ancho de banda es un servicio para el que existe una baja demanda de ancho de banda para transmitir los datos a transmitir.

- 35 Luego los bloques de recursos entre los bloques de recursos del servicio de velocidad variable previamente divididos se asignan respectivamente para cada servicio de velocidad variable según la prioridad de cada servicio de velocidad variable, y el resultado de la asignación de los bloques de recursos se transmite al terminal de bus, de modo que el terminal de bus transmite cada servicio de velocidad variable correspondientemente según el resultado de la asignación de los bloques de recursos.

Dicho de otro modo, las prioridades de los servicios de velocidad variable se determinan de modo que los servicios de velocidad variable con prioridades altas puedan transmitirse preferentemente sobre bloques de recursos para mejorar aún más la característica en tiempo real de la transmisión del servicio de datos.

- 40 Además, también se puede determinar una prioridad para un servicio de velocidad fija como se describe anteriormente, y con el fin de asignar bloques de recursos de servicio de velocidad fija para un servicio de velocidad fija, si el terminal de bus que establece una conexión reporta sobre una pluralidad de servicios de velocidad fija, entonces también se puede determinar una prioridad de cada servicio de velocidad fija, respectivamente, según el tipo de cada servicio de velocidad fija, y una relación de correspondencia preestablecida entre una prioridad y un tipo de servicio de velocidad fija.
- 45 Los bloques de recursos entre los correspondientes bloques de recursos del servicio de velocidad fija previamente divididos pueden asignarse respectivamente para cada servicio de velocidad fija según la prioridad de cada servicio de velocidad fija, y el resultado de la asignación de bloques de recursos puede transmitirse al terminal de bus, de modo que el bus el terminal transmite cada servicio de velocidad fija correspondientemente según el resultado de la asignación de los bloques de recursos.

- 50 En la operación 415, el controlador de bus transmite el resultado de asignar los bloques de recursos del servicio de velocidad variable al terminal de bus en una subtrama de enlace descendente de una siguiente trama de señal.

En la operación 416, el terminal de bus transmite datos de servicio al controlador de bus en una subtrama de enlace ascendente de una siguiente trama de señal según el resultado de la asignación de los bloques de recursos del servicio de velocidad variable.

En la operación 417, el controlador de bus transmite un mensaje de respuesta retroalimentado para los datos de servicio al terminal de bus en una subtrama de enlace descendente de una siguiente trama de señal adicional.

El flujo operativo del sistema que funciona de manera estable se ha descrito anteriormente. En una implementación específica, si un nuevo terminal de bus solicita acceso al controlador de bus mientras el sistema está funcionando de manera estable, el nuevo terminal de bus puede transmitir una señal piloto de enlace ascendente y una solicitud de acceso al controlador de bus en una subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente de una trama especial. De manera correspondiente, el controlador de bus puede realizar una estimación de canal según la señal piloto de enlace ascendente y asignar bloques de recursos del canal para el terminal de bus en respuesta a la solicitud de acceso. Se puede hacer referencia al flujo anterior para un proceso específico del mismo, por lo que aquí se omite una descripción repetida del mismo.

En el sistema implementado sobre la base de la arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial según las realizaciones de la descripción, el controlador de bus puede transmitir datos con cada terminal de bus mediante el uso de tecnología OFDM, y los terminales de bus pueden transmitir datos entre sí mediante el uso de tecnología OFDM. Las subportadoras ocupadas por cada terminal de bus no interfieren entre sí, lo que evita así eficazmente la interferencia de comunicación entre los terminales de bus, lo que mejora la relación de utilización del ancho de banda durante la transmisión de datos y lo que logra un gran ancho de banda de hasta cientos de MHz. Además el controlador de bus en el sistema puede transmitir una señal piloto de enlace descendente en una subtrama del sistema de enlace descendente de modo que cada terminal de bus se sincronice rápidamente con el sistema basándose en la señal piloto de enlace descendente. En las realizaciones de la descripción, cada trama de señal incluye una subtrama del sistema de enlace descendente que lleva una señal piloto de enlace descendente, de modo que cada terminal de bus puede realizar una estimación de canal según la señal piloto de enlace descendente, lo que mejora así la capacidad de corrección de errores del sistema para mejorar la fiabilidad del sistema. Además el controlador de bus puede transmitir un mensaje de difusión en una subtrama de enlace descendente para indicar a cada terminal de bus que se inicialice, de modo que se inicialice cada terminal de bus. Además, cada terminal de bus puede transmitir una solicitud de acceso que lleva información de servicio en una subtrama de enlace ascendente, de modo que el controlador de bus puede asignar bloques de recursos del canal para cada terminal de bus según la información de servicio en la solicitud de acceso, y dado que los bloques de recursos del canal están asignados en respuesta a la demanda de un servicio, los recursos se pueden asignar de manera más razonable para proporcionar transmisión de datos en tiempo real según se requiera. A continuación las realizaciones de la descripción proporcionan una solución rápida sincronizada, en tiempo real, de alta velocidad y confiable con respecto al buen rendimiento, alta confiabilidad, características estrictas de tiempo real y alta seguridad requeridas por una arquitectura de bus de banda ancha de campo de internet industrial.

Los expertos en la técnica apreciarán que las realizaciones de la descripción se pueden realizar como un método, un sistema o un producto de programa informático. Por lo tanto la descripción se puede realizar en forma de una realización de todo el hardware, una realización de todo el software o una realización de software y hardware en combinación. Además la descripción se puede realizar en forma de un producto de programa informático incorporado en uno o más medios de almacenamiento utilizables por ordenador (que incluyen, entre otros, una memoria de disco, un CD-ROM, una memoria óptica, etc.) en el que el programa utilizable por ordenador los códigos están contenidos.

La descripción se ha descrito en un diagrama de flujo y/o un diagrama de bloques del método, el dispositivo (sistema) y el producto de programa informático según las realizaciones de la descripción. Se apreciará que los flujos y/o bloques respectivos en el diagrama de flujo y/o el diagrama de bloques y las combinaciones de los flujos y/o los bloques en el diagrama de flujo y/o el diagrama de bloques se pueden incorporar en instrucciones de programa informático. Estas instrucciones del programa informático se pueden cargar en un ordenador de propósito general, un ordenador de propósito específico, un procesador integrado o un procesador de otro dispositivo de procesamiento de datos programable para producir una máquina de modo que las instrucciones se ejecuten en el ordenador o el procesador de la otra El dispositivo de procesamiento de datos programable crea medios para realizar las funciones especificadas en el flujo o los flujos del diagrama de flujo y/o el bloque o los bloques del diagrama de bloques.

Estas instrucciones del programa informático también se pueden almacenar en una memoria legible por ordenador capaz de dirigir el ordenador o el otro dispositivo de procesamiento de datos programable para operar de una manera específica de modo que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por ordenador creen un artículo de fabricación que incluye medios de instrucción que realizar las funciones especificadas en los flujos del diagrama de flujo y/o los bloques del diagrama de bloques.

Estas instrucciones del programa informático también se pueden cargar en el ordenador o en el otro dispositivo de procesamiento de datos programable de modo que se realicen una serie de operaciones operativas en el ordenador o en el otro dispositivo de procesamiento de datos programable para crear un proceso implementado en el ordenador de modo que las instrucciones se ejecuten en el ordenador o el otro dispositivo programable proporcionan operaciones para realizar las funciones especificadas en el flujo o flujos del diagrama de flujo y/o el bloque o bloques del diagrama de bloques.

Aunque se han descrito las realizaciones preferidas de la descripción, los expertos en la técnica que se benefician del concepto inventivo subyacente pueden realizar modificaciones y variaciones adicionales a estas realizaciones. Por lo

tanto, se pretende que las reivindicaciones adjuntas se interpreten como que abarcan las realizaciones preferidas y todas las modificaciones y variaciones que entran en el alcance de la descripción.

- 5 Evidentemente, los expertos en la técnica pueden realizar diversas modificaciones y variaciones de la descripción sin apartarse del alcance de la descripción. Por tanto, la descripción también pretende abarcar estas modificaciones y variaciones de la misma siempre que las modificaciones y variaciones entren en el alcance de las reivindicaciones adjuntas a la descripción.

## REIVINDICACIONES

## 1. Un sistema de bus que comprende:

5 un controlador de bus, terminales de bus y un bus de dos cables, en el que el controlador de bus y cada uno de los terminales de bus están conectados a través del bus de dos cables para constituir una red, el controlador de bus se comunica con cualquiera de los terminales de bus mediante el uso de tecnología de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal, OFDM, los terminales de bus se comunican entre sí mediante el uso de tecnología OFDM, las subportadoras ocupadas por cada uno de los terminales de bus no interfieren entre sí, y una estructura de trama de una trama de señal utilizada durante la comunicación comprende una subtrama de sistema de enlace descendente, una subtrama de enlace descendente y una subtrama de enlace ascendente;

10 el controlador de bus está configurado para: transmitir (401) una señal piloto de enlace descendente en la subtrama del sistema de enlace descendente; transmitir (405) un mensaje de difusión en la subtrama de enlace descendente para indicar a un terminal de bus que se inicialice; después de la recepción de una solicitud de acceso transmitida por el terminal de bus en la subtrama de enlace ascendente, asignar (408) bloques de recursos del canal para el terminal de bus basándose en la información de servicio en la solicitud de acceso; determinar un retardo de transmisión entre el terminal de bus y el controlador de bus basándose en una diferencia entre un tiempo de recepción y un tiempo de envío de la solicitud de acceso; y transmitir un resultado de la asignación de los bloques de recursos del canal y el retardo de transmisión entre el terminal de bus y el controlador de bus al terminal de bus en la subtrama de enlace descendente; y

20 el terminal de bus está configurado para: realizar sincronización del sistema y estimación de canal, basándose en la señal piloto de enlace descendente recibida; transmitir (407) la solicitud de acceso en la subtrama de enlace ascendente después de la recepción del mensaje de difusión; transmitir y recibir datos de servicio basándose en el resultado recibido de la asignación de los bloques de recursos del canal; ajustar un retardo de transmisión del tiempo de envío para que una señal se transmita al controlador de bus según el retardo de transmisión entre el terminal de bus y el controlador de bus, para que esté sincronizado con el sistema.

25 2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la subtrama del sistema de enlace descendente es una primera subtrama en cada trama de señal;

el controlador de bus está configurado para transmitir la señal piloto de enlace descendente al terminal de bus en la subtrama del sistema de enlace descendente antes de transmitir una señal de enlace descendente al terminal de bus en la subtrama de enlace descendente; y

30 el terminal de bus está configurado para: determinar (402) una compensación de reloj y una compensación de símbolo entre el terminal de bus y el controlador de bus basándose en la señal piloto de enlace descendente recibida; corregir (403) un reloj, respectivamente, para una señal recibida y una señal a transmitir, en base a la compensación del reloj; y ajustar (404) una posición de ventana, respectivamente, para la señal recibida y la señal a transmitir, en base a la compensación del símbolo.

35 3. El sistema según la reivindicación 1, en el que la información de servicio comprende un tipo de servicio y una cantidad de servicio correspondiente al tipo de servicio; y los bloques de recursos del canal asignados por el controlador de bus para el terminal de bus comprenden un bloque de recursos de canal de subtrama de enlace ascendente y un bloque de recursos de canal de subtrama de enlace descendente;

40 el controlador de bus está configurado para: asignar bloques de recursos del canal correspondientes al tipo de servicio para el terminal de bus según el tipo de servicio; y determinar el número de bloques de recursos del canal asignados correspondientes al tipo de servicio basándose en la cantidad de servicio correspondiente al tipo de servicio; y

45 el terminal de bus está configurado para: transmitir los datos de servicio al controlador de bus a través del bloque de recursos del canal de subtrama de enlace ascendente correspondiente al tipo de servicio, según el resultado de la asignación de los bloques de recursos del canal; y recibir un mensaje de respuesta retroalimentado por el controlador de bus para los datos de servicio recibidos, a través del bloque de recursos del canal de subtrama de enlace descendente correspondiente al tipo de servicio.

4. El sistema según la reivindicación 1, en el que además de una señal de datos, cada símbolo OFDM en la subtrama de enlace ascendente lleva una señal piloto de enlace ascendente para que el controlador de bus realice la estimación de canal; y

50 una cantidad de subportadoras de la subtrama de enlace ascendente ocupada por la señal de datos y una cantidad de subportadoras de la subtrama de enlace ascendente ocupada por la señal piloto de enlace ascendente se asignan según una relación predeterminada.

55 5. El sistema según la reivindicación 4, en el que hay un primer intervalo de guarda entre una subtrama de enlace descendente y una subtrama de enlace ascendente de la trama de señal, y un segundo intervalo de guarda entre una subtrama de enlace ascendente de la trama de señal y una subtrama de sistema de enlace descendente de una

siguiente trama de señal, en el que el primer intervalo de guarda reserva tiempo para cambiar entre la subtrama de enlace descendente y la subtrama de enlace ascendente de la trama de señal, y el segundo intervalo de guarda reserva tiempo para cambiar entre la subtrama de enlace ascendente de la trama de señal y la subtrama del sistema de enlace descendente de la siguiente trama de señal.

- 5 6. El sistema según la reivindicación 5, en el que la trama de señal comprende además una subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente;

el terminal de bus está configurado además para transmitir la señal piloto de enlace ascendente y la señal de datos al controlador de bus en la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente, en el que la señal de datos comprende la solicitud de acceso; y

- 10 el controlador de bus está configurado además para: realizar una estimación de canal según la señal piloto de enlace ascendente y asignar bloques de recursos del canal para el terminal de bus en respuesta a la solicitud de acceso.

7. El sistema según la reivindicación 6, en el que el controlador de bus transmite datos en un primer segmento de tiempo que consiste en la subtrama de enlace descendente y la subtrama del sistema de enlace descendente; y el terminal de bus transmite datos en un segundo segmento de tiempo que consiste en la subtrama de enlace ascendente;

- 15

cuando el terminal de bus se comunica con el controlador de bus, entonces el terminal de bus recibe datos en la subtrama de enlace descendente y la subtrama del sistema de enlace descendente; y

cuando los terminales de bus se comunican entre sí, los terminales de bus reciben datos en la subtrama de enlace ascendente.

- 20 8. El sistema según la reivindicación 7, en el que una trama de señal que comprende la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente es una trama especial, y una trama de señal que no comprende una subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente es una trama normal; las subtramas de la trama normal están dispuestas en el orden de la subtrama del sistema de enlace descendente, la subtrama de enlace descendente, el primer intervalo de guarda, la subtrama de enlace ascendente y el segundo intervalo de guarda; y las subtramas de la trama especial están dispuestas en el orden de la subtrama del sistema de enlace descendente, la subtrama de enlace descendente, el primer intervalo de guarda, la subtrama de enlace ascendente, la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente y el segundo intervalo de guarda; y

- 25

el número de símbolos OFDM en cada una de las subtramas del sistema de enlace descendente, la subtrama de enlace descendente, el primer intervalo de guarda, el segundo intervalo de guarda, la subtrama de enlace ascendente y la subtrama del sistema de acceso aleatorio de enlace ascendente se preestablecen según sea necesario.

- 30

9. El sistema según la reivindicación 1, en el que cuando el controlador de bus se comunica con cualquiera de los terminales de bus mediante el uso de tecnología OFDM, y cuando los terminales de bus se comunican entre sí mediante el uso de tecnología OFDM, los datos transmitidos en la trama de señal comprenden una dirección IP de destino y una dirección IP origen.

- 35 10. El sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema comprende además un controlador de bus de repuesto configurado para ser habilitado cuando se determina que el controlador de bus en el sistema funciona de forma anormal.

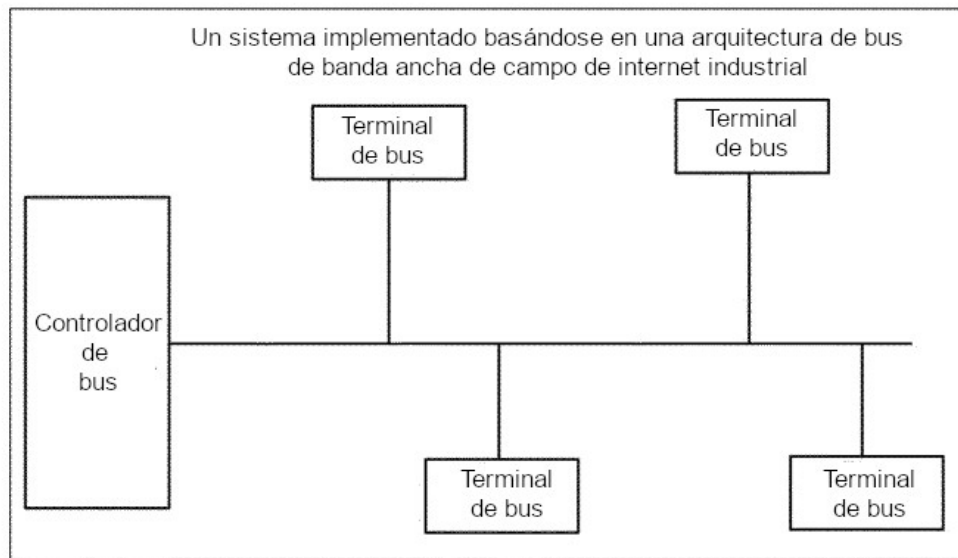


Fig.1

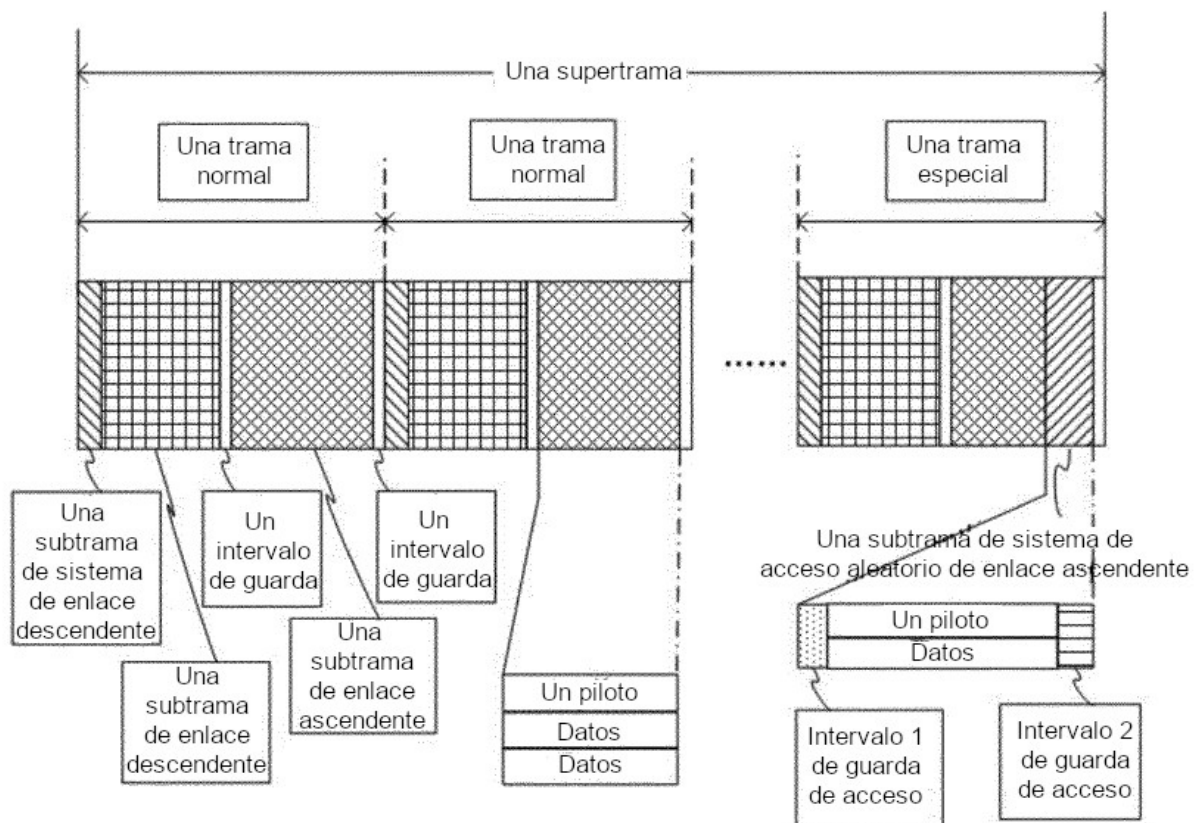


Fig.2

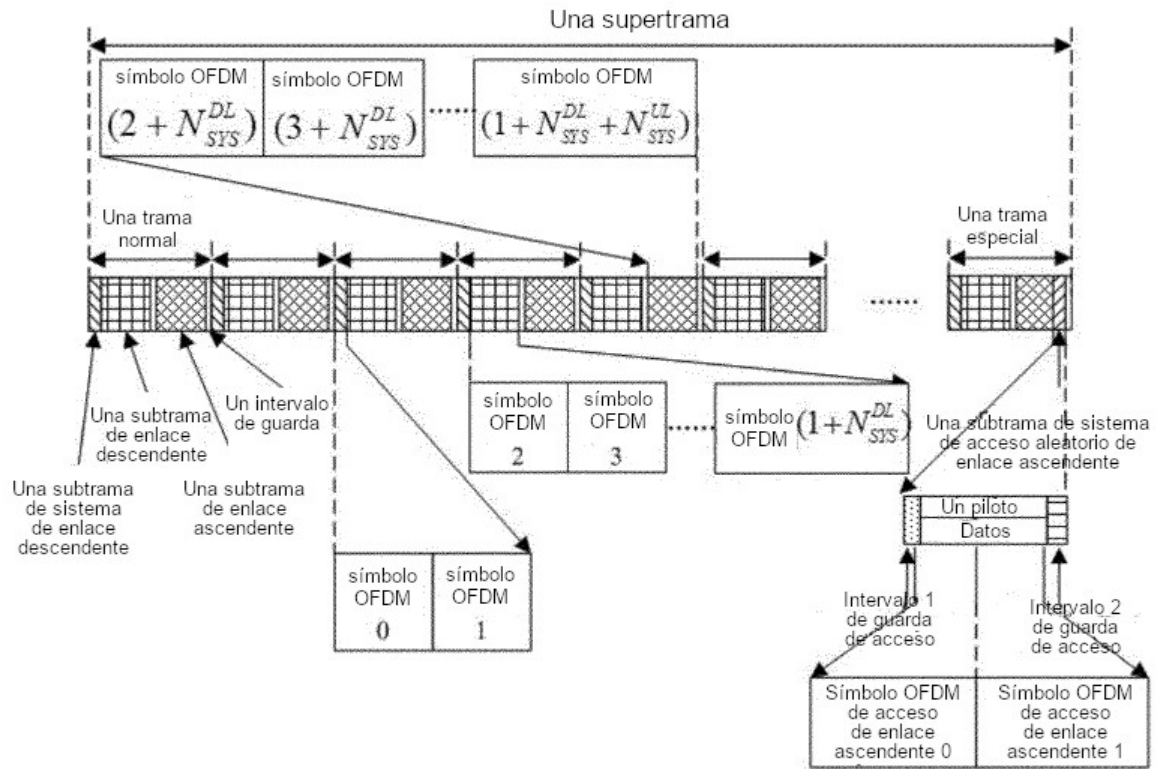


Fig.3

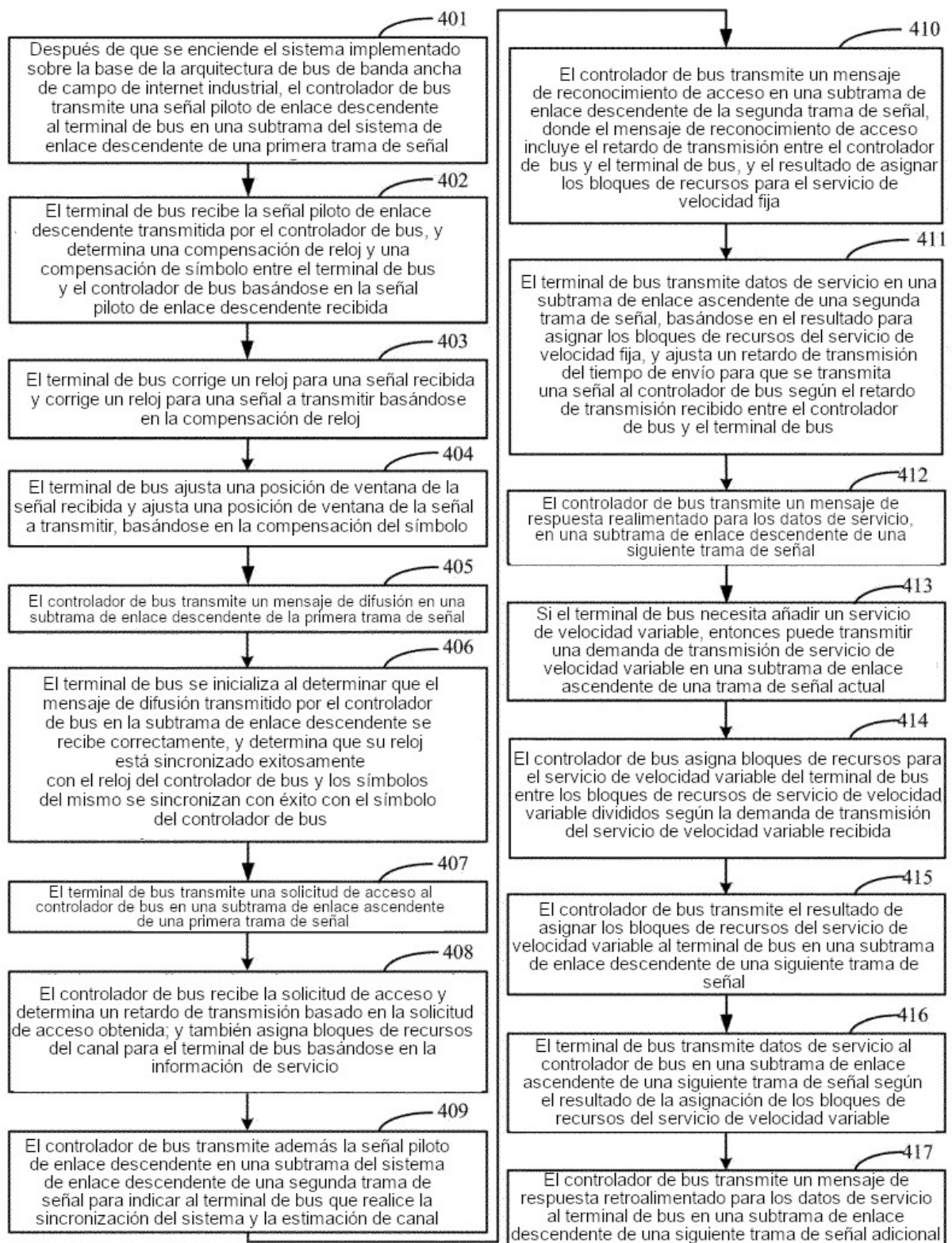


Fig.4