

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 191**

51 Int. Cl.:

H04L 12/46

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2020** **E 20186165 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3926895**

54 Título: **Aparatos y procedimientos para enrutar paquetes entre una red de interconexión ensible al tiempo (red TSN) y una red que no es TSN mediante manipulación de etiquetas de red de área local virtual**

30 Prioridad:

15.06.2020 US 202016901224

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2023

73 Titular/es:

**MOXA INC. (100.0%)
13F, No. 3, Sec. 4, New Taipei Blvd., Xinzhuang
Dist.
New Taipei City 242, TW**

72 Inventor/es:

**LIU, CHI-CHUAN;
LIN, CHUN-YU;
LAI, CHIEN-YU y
LIAO, WEN-LU**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 953 191 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

Aparatos y procedimientos para enrutar paquetes entre una red de interconexión sensible al tiempo (red TSN) y una red que no es TSN mediante manipulación de etiquetas de red de área local virtual

ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

Campo de la solicitud

La solicitud se refiere en general a redes de interconexión sensibles al tiempo (TSN), y más en particular, a aparatos y procedimientos para enrutar paquetes entre una red TSN y una red que no es TSN mediante manipulación de etiquetas de red de área local virtual (VLAN).

Descripción de la técnica relacionada

El auge de la nueva tecnología industrial digital, conocida como Industria 4.0, es una transformación que hace posible recopilar y analizar datos a través de sistemas, lo que permite procesos más rápidos, flexibles y eficientes para producir bienes de mayor calidad a costes reducidos. Una de las entidades centrales de la Industria 4.0 son los sistemas ciber físicos. Por definición, estos sistemas requieren una representación en el ciberespacio. Para ello, tendrán que converger las redes de tecnología de operaciones (OT: Operations Technology) que conectan los equipos de producción y las redes de tecnología de la información (IT: Information Technology) de las capas superiores de la fábrica.

Desgraciadamente, la mayoría de los estándares de Ethernet industrial de la generación actual requieren hardware propietario. Esto hace que la convergencia de redes sea casi imposible. Las consecuencias son redes en forma de isla que necesitan pasarelas para conectarse a otras jerarquías. Para hacer frente a estas tendencias, los grupos de trabajo 802.1 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) han propuesto la tecnología TSN (Time-Sensitive Networking), que combina un conjunto de estándares del instituto IEEE con el fin de lograr un comportamiento determinista en tiempo real, al mismo tiempo que es escalable tanto vertical como horizontalmente.

Sin embargo, debido a que los estándares TSN aún se están debatiendo entre los grupos de trabajo 802.1 del IEEE, todavía no se han definido muchos detalles, que incluyen medidas específicas sobre cómo permitir la interoperabilidad entre una red TSN y una red que no es TSN.

En una técnica anterior relevante, la solicitud de patente WIPO WO 2020/098917 A1, publicada el 22 de mayo de 2020, se proporciona un procedimiento para la transmisión de paquetes a través de una red compatible con TSN. El procedimiento es realizado por un nodo de red. El procedimiento comprende obtener un flujo de tráfico de paquetes procedente de una interfaz de red incompatible con TSN. El procedimiento comprende extraer, a partir de los paquetes y en la capa 2 del protocolo OSI superior, información indicativa de a qué clase de tráfico pertenece el flujo de tráfico. El procedimiento comprende el mapeo de la clase de tráfico con una clase o prioridad de tráfico TSN. El procedimiento comprende asociar los paquetes con un indicador de la clase o prioridad de tráfico TSN. El procedimiento comprende proporcionar el flujo de tráfico de paquetes, que incluye el indicador, a una interfaz de red compatible con TSN para la transmisión de los paquetes a través de la red compatible con TSN.

En una técnica anterior relevante, cuyo título es "Bridges and Bridged Networks Amendment: Stream Reservation Protocol (SRP) Enhancements and Performance Improvements", publicado el 24 de marzo de 2017, se propone el concepto de transformación de flujo utilizando características de la información de configuración de red/usuario TSN. En concreto, la transformación de flujo se refiere a cambios en los campos de una trama que identifican el flujo, usando funciones del Estándar 802.1 CB del IEEE, el propósito de identificación del flujo, replicación de tramas y eliminación de tramas. En particular, la función 802.1 CB para la identificación de flujos IP utiliza campos del paquete IP para identificar el paquete como un flujo TSN específico. Esa identificación del flujo se aplica a continuación a una función 802.1 CB específica de flujo para la identificación de flujo VLAN y MAC de destino activo, para reemplazar la dirección MAC de destino y agregar una etiqueta de VLAN para características de Puente TSN.

BREVE RESUMEN DE LA SOLICITUD

Con el fin de resolver el problema que se ha mencionado anteriormente, la presente solicitud propone enrutar paquetes entre una red TSN y una red que no es TSN de acuerdo con unos mapeos de identificadores (ID) de flujo con etiquetas de red de área local virtual (VLAN) e indicaciones de etiquetas de VLAN, con el fin de permitir la interoperabilidad entre la red TSN y la red que no es TSN.

Según un aspecto de la invención, se proporciona un aparato según se define en la reivindicación 1. Según otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento según se establece en la reivindicación 8.

Se definen otras formas de realización en sus respectivas reivindicaciones dependientes.

Otros aspectos y características de la presente solicitud serán evidentes para los expertos en la materia tras la revisión de las siguientes descripciones de formas de realización específicas de los aparatos y procedimientos para el enrutamiento de paquetes entre una red TSN y una red que no es TSN mediante manipulación de etiquetas de VLAN.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La solicitud se puede entender mejor con la lectura de la descripción detallada y ejemplos siguientes, con referencias a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un entorno de red heterogéneo según una forma de realización de la solicitud;

La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra el dispositivo de red 111A según una forma de realización de la solicitud;

Las Figuras 3A ~ 3B muestran un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento para enrutar paquetes entre una red TSN y una red que no es TSN según una forma de realización de la solicitud;

La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra la inserción de etiquetas de VLAN según una forma de realización de la solicitud; y

La Figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra la eliminación de etiquetas de VLAN según otra forma de realización de la solicitud.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA SOLICITUD

La siguiente descripción se realiza con el propósito de ilustrar los principios generales de la solicitud y no se debe tomar en un sentido limitativo. Se debe entender que las formas de realización se pueden realizar en software, hardware, firmware o cualquier combinación de los mismos. Los términos "comprende", "que comprende", "incluye" y/o "que incluye", cuando se utilizan en el presente documento, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes citados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más otras características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un entorno de red heterogéneo según una forma de realización de la solicitud.

Tal como se muestra en la Figura 1, el entorno de red heterogéneo 100 incluye una red TSN 110 y una red que no es TSN 120, en el que la red TSN 110 y la red que no es TSN 120 están conectadas por una puerta de enlace TSN 111A para permitir la interoperabilidad entre la red TSN 110 y la red que no es TSN 120.

La red TSN 110 puede incluir múltiples dispositivos de red 111A ~ 111D, en los que el dispositivo de red 111A puede ser una puerta de enlace TSN y los dispositivos de red 111B ~ 111D pueden ser conmutadores TSN. Además, la red TSN 120 puede incluir múltiples dispositivos terminales 112A ~ 112D y un servidor de Configuración Central de Red (CNC: Central Network Configuration), en el que el servidor CNC 113 está conectado con los dispositivos de red 111A ~ 111D para gestionar la configuración de los dispositivos de red 111A ~ 111D. Cada uno de los dispositivos de red 111A ~ 111D se puede conectar con uno o más dispositivos terminales. Por ejemplo, el dispositivo de red 111A está conectado con una maquinaria 112A, el dispositivo de red 111B está conectado con una cámara de seguridad 112B, el dispositivo de red 111C está conectado con un brazo robótico 112C, y el dispositivo de red 111D está conectado con un transportador 112D.

Cada uno de los dispositivos de red 111A ~ 111D es responsable de conectar los dispositivos terminales 112A ~ 112D a la red TSN 110, para permitir una comunicación determinista en tiempo real dentro de la red TSN 110. En particular, uno de los dispositivos de red, tal como el dispositivo de red 111A, está configurado para dar servicio como puerta de enlace TSN que conecta la red TSN 110 y la red que no es TSN 120 para el enrutamiento de paquetes de flujos de datos entre la red TSN 110 y la red que no es TSN 120.

El servidor CNC 113 es responsable de gestionar la configuración de los dispositivos de red 111A y 111D para realizar una comunicación determinista en tiempo real dentro de la red TSN 110. En concreto, el servidor CNC 113 puede realizar el procedimiento de descubrimiento de topología para determinar la topología de la red TSN 110, y en base a la topología y otros factores, determinar las rutas de comunicación para paquetes de flujos de datos. Los otros factores pueden incluir la información de latencia de los flujos de datos comunicados en la red TSN 110, y la información de carga de los dispositivos de red 111A ~ 111D para enrutar los paquetes de los flujos de datos.

En una forma de realización, el servidor CNC 113 puede proporcionar mapeos de identificadores (ID) de flujo con etiquetas de VLAN e indicaciones de etiqueta de VLAN (es decir, indicaciones de si eliminar o

mantener la etiqueta de VLAN en un paquete) al dispositivo de red 111A, para configurar las rutas de comunicación para paquetes comunicados entre la red TSN 110 y la red que no es TSN 120. De modo similar, el servidor CNC 113 puede proporcionar un respectivo mapeo de identificadores de flujo con etiquetas de VLAN e indicaciones de etiqueta de VLAN a cada uno de los dispositivos de red 111B ~ 111D, para configurar las rutas de comunicación para paquetes comunicados en la red TSN 110.

En concreto, los mapeos proporcionados a los dispositivos de red 111A ~ 111D se determinan en base a la topología de la red TSN 110, y los identificadores de flujo y la información de latencia de los flujos de datos y/o la información de carga de los dispositivos de red 111A ~ 111D.

Cada identificador de flujo en los mapeos se puede presentar como al menos uno de los siguientes elementos: una Dirección de Destino (DA: Destination Address), una Dirección de Origen (SA: Source Address), un tipo de paquete (Ethertype), y un subtipo, en el que la Dirección de Destino, la Dirección de Origen, y el Ethertype son campos de cabecera de un paquete Ethernet de acuerdo con los estándares TSN especificados por los grupos de trabajo 802.1 del IEEE, mientras que el subtipo es una parte del campo de carga útil de un paquete Ethernet de acuerdo con los estándares TSN especificados por los grupos de trabajo 802.1 del IEEE.

En una forma de realización, cada identificador de flujo en los mapeos se puede presentar como una combinación de un tipo de paquete (Ethertype) y un subtipo (por ejemplo, el primer byte del campo de carga útil), y cada etiqueta de VLAN en los mapeos puede incluir un ID de VLAN (VID) y un Punto de Código de Prioridad (PCP: Priority Code Point), en el que el identificador VID y el punto PCP son campos de cabecera en un paquete Ethernet de acuerdo con los estándares TSN especificados por los grupos de trabajo 802.1 del IEEE.

En otra forma de realización, cada identificador de flujo en los mapeos se puede presentar como una combinación de una Dirección de Destino y una Dirección de Origen, y cada etiqueta de VLAN en los mapeos puede incluir un identificador VID y un punto PCP.

En base al mapeo recibido, cada uno de los dispositivos de red 111A ~ 111D puede consultar el mapeo para ver si el identificador de flujo de un paquete coincide con uno de los identificadores de flujo en el mapeo. Por ejemplo, si hay una coincidencia, el dispositivo de red 111A puede realizar una manipulación de la etiqueta de VLAN (es decir, inserción y eliminación de etiqueta de VLAN) en el paquete. Con la manipulación de la etiqueta de VLAN, se puede lograr la interoperabilidad entre la red TSN 110 y la red que no es TSN 120.

Alternativamente, si hay una coincidencia, el dispositivo de red 111B/111C/111D puede realizar la sustitución de la etiqueta de VLAN en el paquete. Con la sustitución de la etiqueta de VLAN, los paquetes se pueden enrutar en la red TSN 110 utilizando una ruta de comunicación con una latencia limitada de forma determinista.

Se debe entender que los componentes que se describen en la forma de realización de la Figura 1 tienen únicamente fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la solicitud. Por ejemplo, la red TSN 110 puede incluir menos o más dispositivos de red y dispositivos terminales. Alternativamente, la red TSN 110 puede estar conectada entre dos redes que no son TSN para permitir que se comuniquen flujos de datos entre las redes que no son TSN a través de la red TSN 110.

La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra el dispositivo de red 111A según una forma de realización de la solicitud.

Como se muestra en la Figura 2, el dispositivo de red 111A puede incluir un dispositivo de interfaz de red 10, un controlador 20 y un medio de almacenamiento 30.

El dispositivo de interfaz de red 10 está configurado para proporcionar la función de comunicación de flujos de datos (por ejemplo, a través de Ethernet) entre la red TSN 110 y la red que no es TSN 120.

El controlador 20 puede ser un procesador de propósito general, una Micro Unidad de Control (MCU), un Procesador de Señal Digital (DSP), o similar, que incluye varios circuitos para proporcionar las funciones de procesamiento de datos y computación, controlar el dispositivo de interfaz de red 10 para comunicar flujos de datos entre la red TSN 110 y la red que no es TSN 120, y almacenar y recuperar datos (por ejemplo, un mapeo de identificadores de flujo con etiquetas de VLAN, y un mapeo de identificadores de flujo con indicaciones de etiquetas de VLAN) en y del medio de almacenamiento 30.

En particular, el controlador 20 coordina las operaciones mencionadas anteriormente del dispositivo de interfaz de red 10 y el medio de almacenamiento 30 para realizar los procedimientos de la presente solicitud.

Como apreciarán los expertos en la materia, los circuitos del controlador 20 pueden incluir transistores que

están configurados de tal manera que controlan el funcionamiento de los circuitos de acuerdo con las funciones y operaciones que se describen en el presente documento. Como se apreciará además, la estructura específica o las interconexiones de los transistores pueden ser determinadas por un compilador, tal como un compilador de Lenguaje de Transferencia de Registro (RTL: Register Transfer Language). Los compiladores RTL pueden ser operados por un procesador sobre secuencias de comandos que se asemejan mucho al código de lenguaje ensamblador, para compilar la secuencia de comandos en una forma que se utiliza para el diseño o la fabricación de la circuitería final. De hecho, el lenguaje RTL es bien conocido por su papel y uso en la facilitación del proceso de diseño de sistemas electrónicos y digitales.

- 10 El medio de almacenamiento 30 puede ser un medio de almacenamiento no transitorio legible por dispositivo informático, que incluye una memoria, tal como una memoria FLASH o una memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM), o un dispositivo de almacenamiento magnético, tal como un disco duro o una cinta magnética, o un disco óptico, o cualquier combinación de los mismos para almacenar datos (por ejemplo, un mapeo de identificadores de flujo con etiquetas de VLAN, y un mapeo de identificadores de flujo con indicaciones de etiquetas de VLAN), instrucciones, y/o código de programa de aplicaciones, protocolos de comunicación, y/o los procedimientos de la presente solicitud.

- 20 Se debe entender que los componentes que se describen en la forma de realización de la Figura 2 son sólo para fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la solicitud. Por ejemplo, el dispositivo de red 111A puede incluir más componentes, tales como un dispositivo de entrada/salida (E/S) (por ejemplo, uno o más botones, uno o más emisores de luz, un altavoz, un teclado, un ratón, un panel táctil y/o un dispositivo de visualización).

- 25 Las Figuras 3A ~ 3B muestran un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento para enrutar paquetes entre una red TSN y una red que no es TSN según una forma de realización de la solicitud.

- 30 En esta forma de realización, el procedimiento es aplicado a y ejecutado por un dispositivo de red (por ejemplo, el dispositivo de red 111A) que conecta una red TSN (por ejemplo, la red TSN 110) y una red que no es TSN (por ejemplo, la red que no es TSN 120).

- Para empezar, el dispositivo de red recibe un paquete procedente de la red TSN o de la red que no es TSN (etapa S301).

- 35 A continuación, el dispositivo de red determina si el paquete procede de la red que no es TSN hacia la red TSN, o procede de la red TSN hacia la red que no es TSN (etapa S302).

A continuación de la etapa S302, si el paquete procede de la red que no es TSN hacia la red TSN, el dispositivo de red determina si el paquete incluye una etiqueta de VLAN (etapa S303).

- 40 En una forma de realización, la etiqueta de VLAN puede incluir un identificador VID y un punto PCP.

A continuación de la etapa S303, si el paquete no incluye ninguna etiqueta de VLAN, el dispositivo de red determina el identificador de flujo del paquete (etapa S304).

- 45 En una forma de realización, el identificador de flujo se puede referir a al menos uno de entre el tipo (Ethernet) y el subtipo del paquete.

En otra forma de realización, el identificador de flujo se puede referir a la combinación de la Dirección de Destino y la Dirección de Origen del paquete.

- 50 A continuación de la etapa S304, el dispositivo de red determina si el identificador de flujo del paquete coincide con uno de los identificadores de flujo en un primer mapeo de identificadores de flujo con etiquetas de VLAN (etapa S305).

- 55 A continuación de la etapa S305, si el identificador de flujo del paquete coincide con uno de los identificadores de flujo en el primer mapeo, el dispositivo de red inserta la etiqueta de VLAN que corresponde al identificador de flujo coincidente en el paquete (etapa S306), y enruta el paquete de la red que no es TSN a la red TSN (etapa S307), y el procedimiento finaliza.

- 60 De vuelta a la etapa S303, si el paquete incluye una etiqueta de VLAN, el procedimiento pasa a la etapa S307.

De vuelta a la etapa S305, si el identificador de flujo del paquete no coincide con ninguno de los identificadores de flujo en el mapeo predeterminado, el procedimiento pasa a la etapa S307.

- 65 De vuelta a la etapa S302, si el paquete procede de la red TSN hacia la red que no es TSN, el dispositivo de red determina el identificador de flujo del paquete (etapa S308), y a continuación determina si el

identificador de flujo del paquete coincide con uno de los identificadores de flujo en un segundo mapeo de identificadores de flujo con indicaciones de etiqueta de VLAN (etapa S309).

5 A continuación de la etapa S309, si el identificador de flujo del paquete coincide con uno de los identificadores de flujo en el segundo mapeo, el dispositivo de red determina si la indicación de etiqueta de VLAN que corresponde al identificador de flujo coincidente en el segundo mapeo indica eliminar o mantener la etiqueta de VLAN en el paquete (etapa S310).

10 A continuación de la etapa S310, si la indicación de etiqueta de VLAN indica eliminar la etiqueta de VLAN del paquete, el dispositivo de red elimina la etiqueta de VLAN del paquete (etapa S311), y enruta el paquete de la red TSN a la red que no es TSN (etapa S312), y el procedimiento finaliza.

15 A continuación de la etapa S310, si la indicación de etiqueta de VLAN indica que se debe mantener la etiqueta de VLAN en el paquete, el procedimiento pasa a la etapa S312.

De vuelta a la etapa S309, si el identificador de flujo del paquete no coincide con ninguno de los identificadores de flujo en el segundo mapeo, el procedimiento pasa a la etapa S312.

20 La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra la inserción de etiquetas de VLAN según una forma de realización de la solicitud.

25 En esta forma de realización, el paquete P1 procedente de una red que no es TSN es recibido en el dispositivo de red, y se inserta una etiqueta de VLAN en el paquete P1 de acuerdo con el mapeo recibido procedente del servidor CNC, permitiendo de este modo la interoperabilidad entre la red TSN y la red que no es TSN.

30 Como se muestra en la Figura 4, el mapeo especifica las correspondencias entre una pluralidad de identificadores de flujo y una pluralidad de etiquetas de VLAN, en el que cada uno de los identificadores de flujo se presenta como una combinación de una Dirección de Destino y una Dirección de Origen o como una combinación de un tipo de paquete (EtherType) y un subtipo (por ejemplo, el primer byte del campo de carga útil), mientras que cada una de las etiquetas de VLAN se presenta como una combinación de un identificador VID y un punto PCP.

35 Por ejemplo, la combinación de una Dirección de Destino con un valor denotado como DA1 y una Dirección de Origen con un valor denotado como SA1 indica que el protocolo encapsulado en un paquete es EtherCAT. La combinación de un tipo de paquete (EtherType) con un valor hexadecimal de 0x890F y un subtipo con un valor hexadecimal de 0x00 ~ 0xBF indica que el protocolo encapsulado en un paquete es un controlador o campo de enlace de control y comunicación usando Ethernet Industrial (CC-Link IE: Control and Communication Link using Industrial Ethernet).

40 El paquete P1 incluye un campo de preámbulo de 8 bytes, un campo de Dirección de Destino de 6 bytes, un campo de Dirección de Origen de 6 bytes, un campo de EtherType de 2 bytes, un campo de Subtipo de 1 byte, un campo de carga útil y un campo de secuencia de verificación de trama (FCS: Frame Check Sequence) de 4 bytes.

45 En particular, el valor hexadecimal del campo de EtherType del paquete P1 es igual a 0x890F, y el valor hexadecimal del campo de Subtipo del paquete P1 es igual a 0x03.

50 El dispositivo de red explora el mapeo y detecta que hay una coincidencia para la combinación del tipo (EtherType) y subtipo del paquete P1. En concreto, en el mapeo, la combinación de EtherType = 0x890F y Subtipo = 0x03 corresponde a una etiqueta de VLAN que incluye un identificador VID = 100 y un punto PCP = 3.

55 En respuesta a la coincidencia, el dispositivo de red inserta la etiqueta de VLAN con identificador VID = 100 y punto PCP = 3 en el paquete P1, transformando de este modo el paquete P1 en el paquete P1'.

La Figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra la eliminación de etiqueta de VLAN según otra forma de realización de la solicitud.

60 En esta forma de realización, el paquete P2 procedente de la red TSN es recibido en el dispositivo de red, y la etiqueta de VLAN del paquete P2 es eliminada de acuerdo con el mapeo recibido procedente del servidor CNC, permitiendo de este modo la interoperabilidad entre la red TSN y la red que no es TSN.

65 Como se muestra en la Figura 5, el mapeo especifica las correspondencias entre una pluralidad de identificadores de flujo y una pluralidad de indicaciones de etiqueta de VLAN y Direcciones de Destino, en el que cada uno de los identificadores de flujo se presenta como una combinación de una Dirección de Destino y una Dirección de Origen o como una combinación de un tipo de paquete (EtherType) y un subtipo,

mientras que cada una de las indicaciones de etiqueta de VLAN indica si se debe mantener o eliminar una etiqueta de VLAN.

5 El paquete P2 incluye un campo de preámbulo de 8 bytes, un campo de Dirección de Destino de 6 bytes, un campo de Dirección de Origen de 6 bytes, una etiqueta de VLAN de 4 bytes, un campo de Ethertype de 2 bytes, un campo de Subtipo de 1 byte, un campo de carga útil y un campo de FCS de 4 bytes.

10 En particular, el campo de Dirección de Destino del paquete P2 se denota como DA1, el valor hexadecimal del campo de tipo (Ethertype) del paquete P2 es igual a 0x890F, y el valor hexadecimal del campo de Subtipo del paquete P2 es igual a 0x03. La etiqueta de VLAN puede incluir un campo TPID de 2 bytes, un campo PCP de 3 bits, un campo CFI de 1 bit, y un campo VID de 12 bits, en el que el valor decimal del campo VID es igual a 100 y el valor decimal del campo PCP es igual a 3.

15 El dispositivo de red explora el mapeo y detecta que hay una coincidencia para la combinación del tipo (Ethertype) y subtipo del paquete P2. En concreto, la combinación de Ethertype = 0x890F y Subtipo = 0x03 corresponde a una indicación de etiqueta de VLAN "eliminar" y una Dirección de Destino igual a DA2.

20 En respuesta a la coincidencia, el dispositivo de red elimina la etiqueta de VLAN del paquete P2, y reemplaza la Dirección de Destino DA1 en el paquete P2 con la Dirección de Destino DA2 coincidente en el mapeo, transformando de este modo el paquete P2 en el paquete P2'.

25 En vista de las formas de realización anteriores, se apreciará que la presente solicitud realiza la interoperabilidad entre redes TSN y redes que no son TSN, insertando o eliminando etiquetas de VLAN en o de los paquetes enrutados entre redes TSN y redes que no son TSN. La manipulación de etiquetas de VLAN ofrece la ventaja de que puede mantener el comportamiento determinista en tiempo real de la comunicación de flujos de datos dentro de las redes TSN.

30 Aunque la solicitud se ha descrito a modo de ejemplo y en términos de forma de realización preferida, se debe entender que la solicitud no se limita a ello. Los expertos en esta tecnología pueden realizar diversas alteraciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la presente solicitud. Por lo tanto, el alcance de la presente solicitud estará definido y protegido por las siguientes reivindicaciones.

35 El uso de términos ordinales como "primero", "segundo", etc., en las reivindicaciones para modificar un elemento de la reivindicación no connota por sí mismo ninguna prioridad, precedencia u orden de un elemento de la reivindicación con respecto a otro ni el orden temporal en que se realizan las acciones de un procedimiento, sino que se utilizan meramente como etiquetas para distinguir un elemento de la reivindicación que tiene un determinado nombre de otro elemento que tiene el mismo nombre (pero para uso del término ordinal) para distinguir los elementos de la reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (111A), que comprende:
 - 5 un medio de almacenamiento (30), configurado para almacenar un primer mapeo de uno o más primeros identificadores de flujo, ID, con una o más primeras etiquetas de red de área local virtual, VLAN, y un segundo mapeo del uno o más primeros identificadores de flujo con una o más indicaciones de etiqueta de VLAN; y
 - 10 un controlador (20), acoplado al medio de almacenamiento, y configurado para enrutar al menos un paquete entre una red de interconexión sensible al tiempo, TSN (110), y una red que no es TSN (120) de acuerdo con el primer mapeo y el segundo mapeo;
 - en el que el enrutamiento del paquete comprende:
 - identificar un segundo identificador de flujo del paquete;
 - determinar si el segundo identificador de flujo coincide con uno de los primeros identificadores de flujo en el primer mapeo o en el segundo mapeo;
 - 15 determinar si el paquete comprende alguna etiqueta de VLAN en respuesta a que el paquete está siendo enrutado de la red que no es TSN (120) a la red TSN (110);
 - en respuesta a que el segundo identificador de flujo coincide con uno de los primeros identificadores de flujo y el paquete no comprende ninguna etiqueta de VLAN, insertar una etiqueta de VLAN en el paquete en base a la primera etiqueta de VLAN que corresponde al primer identificador de flujo coincidente en el primer mapeo; y
 - 20 en el que el aparato (111A) se caracteriza por el hecho de que:
 - cada indicación de etiqueta de VLAN indica eliminar o mantener la etiqueta de VLAN en el paquete enrutado de la red TSN (110) a la red que no es TSN (120); y
 - el enrutamiento del paquete comprende además:
 - 25 en respuesta a que el segundo identificador de flujo coincide con uno de los primeros identificadores de flujo y a que el paquete está siendo enrutado de la red TSN (110) a la red que no es TSN (120), determinar si la indicación de etiqueta de VLAN que corresponde al primer identificador de flujo coincidente en el segundo mapeo indica eliminar o mantener la etiqueta de VLAN en el paquete; y
 - en respuesta a que la indicación de etiqueta de VLAN que corresponde al primer identificador de flujo coincidente en el segundo mapeo indica eliminar la etiqueta de VLAN del paquete, eliminar la etiqueta de VLAN del paquete.
 - 30
2. El aparato (111A) según se reivindica en la reivindicación 1, en el que cada uno de los primeros identificadores de flujo y el segundo identificador de flujo se presenta como una combinación de:
 - 35 una Dirección de destino, DA, y
 - una Dirección de origen, SA, o una combinación de
 - un tipo de paquete o Ethertype y
 - un subtipo.
3. El aparato (111A) según se reivindica en la reivindicación 2, en el que cada uno de los primeros identificadores de flujo y el segundo identificador de flujo se presenta como una combinación del Ethertype y el subtipo, y el Ethertype es un campo de cabecera de un paquete Ethernet de acuerdo con los estándares TSN especificados por los grupos de trabajo 802.1 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE, mientras que el subtipo es una parte de un campo de carga útil del paquete Ethernet.
4. El aparato (111A) según se reivindica en la reivindicación 2, en el que cada uno de los primeros identificadores de flujo y el segundo identificador de flujo se presenta como una combinación de la Dirección de Destino y la Dirección de Origen, y la Dirección de Destino y la Dirección de Origen son campos de cabecera de un paquete Ethernet de acuerdo con los estándares TSN especificados por los grupos de trabajo 802.1 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE.
5. El aparato (111A) según se reivindica en la reivindicación 1, en el que cada una de las primeras etiquetas de VLAN comprende un identificador de VLAN, VID, y un punto de código de prioridad, PCP, y el identificador VID y el punto PCP son campos de un paquete Ethernet de acuerdo con los estándares TSN especificados por los grupos de trabajo 802.1 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE.
6. El aparato (111A) según se reivindica en la reivindicación 1, en el que el segundo mapeo también especifica una o más correspondencias entre el uno o más primeros identificadores de flujo y una o más primeras direcciones de destino, DA, y el enrutamiento del paquete comprende además:
 - 60 en respuesta a que el segundo identificador de flujo coincide con uno de los primeros identificadores de flujo y a que el paquete está siendo enrutado de la red TSN (110) a la red que no es TSN (120), reemplazar una segunda Dirección de Destino en el paquete con la primera Dirección de Destino que corresponde al primer identificador de flujo que coincide con el segundo identificador de flujo.
7. El aparato (111A) según se reivindica en la reivindicación 1, en el que el aparato (111A) es una puerta de enlace de red que conecta la red TSN (110) y la red que no es TSN (120).

8. Un procedimiento, ejecutado por un aparato (111A) que conecta una red de interconexión sensible al tiempo, TSN, (110) y una red que no es TSN (120), comprendiendo el procedimiento:

enrutar al menos un paquete entre la red TSN (110) y la red que no es TSN (120) de acuerdo con un primer mapeo de uno o más primeros identificadores de flujo, ID, con una o más etiquetas de red de área local virtual, VLAN, y un segundo mapeo del uno o más primeros identificadores de flujo con una o más indicaciones de etiqueta de VLAN;

en el que el enrutamiento del paquete comprende:

identificar un segundo identificador de flujo del paquete (S304, S308);

determinar (S305, S309) si el segundo identificador de flujo coincide con uno de los primeros identificadores de flujo en el primer mapeo o en el segundo mapeo;

determinar si el paquete comprende alguna etiqueta de VLAN en respuesta a que el paquete está siendo enrutado de la red que no es TSN (120) a la red TSN (110);

en respuesta a que el segundo identificador de flujo coincide con uno de los primeros identificadores de flujo que no comprende ninguna etiqueta de VLAN, insertar (S306) una etiqueta de VLAN en el paquete en base a la primera etiqueta de VLAN que corresponde al primer identificador de flujo coincidente en el primer mapeo; y

en el que el procedimiento se caracteriza por el hecho de que:

cada indicación de etiqueta de VLAN indica eliminar o mantener la etiqueta de VLAN en el paquete enrutado de la red TSN (110) a la red que no es TSN (120); y

el enrutamiento del paquete comprende además:

en respuesta a que el segundo identificador de flujo coincide con uno de los primeros identificadores de flujo y a que el paquete está siendo enrutado de la red TSN (110) a la red que no es TSN (120), determinar si la indicación de etiqueta de VLAN que corresponde al primer identificador de flujo coincidente en el segundo mapeo indica eliminar o mantener la etiqueta de VLAN en el paquete; y

en respuesta a que la indicación de etiqueta de VLAN que corresponde al primer identificador de flujo coincidente en el segundo mapeo indica eliminar la etiqueta de VLAN del paquete, eliminar (S311) la etiqueta de VLAN del paquete en base a la indicación de etiqueta de VLAN que corresponde al primer identificador de flujo coincidente en el segundo mapeo.

9. El procedimiento según se reivindica en la reivindicación 8, en el que cada uno de los primeros identificadores de flujo y el segundo identificador de flujo se presenta como una combinación de:

una Dirección de destino, DA, y

una Dirección de origen, SA, o una combinación de

un tipo de paquete o Ethertype y

un subtipo.

10. El procedimiento según se reivindica en la reivindicación 9, en el que cada uno de los primeros identificadores de flujo y el segundo identificador de flujo se presenta como una combinación del Ethertype y el subtipo, y el Ethertype es un campo de cabecera de un paquete Ethernet de acuerdo con los estándares TSN especificados por los grupos de trabajo 802.1 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE, mientras que el subtipo es una parte de un campo de carga útil del paquete Ethernet.

11. El procedimiento según se reivindica en la reivindicación 9, en el que cada uno de los primeros identificadores de flujo y el segundo identificador de flujo se presenta como una combinación de la Dirección de Destino y la Dirección de Origen, y la Dirección de Destino y la Dirección de Origen son campos de cabecera de un paquete Ethernet de acuerdo con los estándares TSN especificados por los grupos de trabajo 802.1 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE.

12. El procedimiento según se reivindica en la reivindicación 8, en el que cada una de las primeras etiquetas de VLAN comprende un identificador de VLAN, VID, y un punto de código de prioridad, PCP, y el identificador VID y el punto PCP son campos de un paquete Ethernet de acuerdo con los estándares TSN especificados por los grupos de trabajo 802.1 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE.

13. El procedimiento según se reivindica en la reivindicación 8, en el que el segundo mapeo también especifica una o más correspondencias entre el uno o más primeros identificadores de flujo y una o más primeras direcciones de destino, DA, y el enrutamiento del paquete comprende además:

en respuesta a que el segundo identificador de flujo coincide con uno de los primeros identificadores de flujo y a que el paquete está siendo enrutado de la red TSN (110) a la red que no es TSN (120), reemplazar una segunda Dirección de Destino en el paquete con la primera Dirección de Destino que corresponde al primer identificador de flujo que coincide con el segundo identificador de flujo.

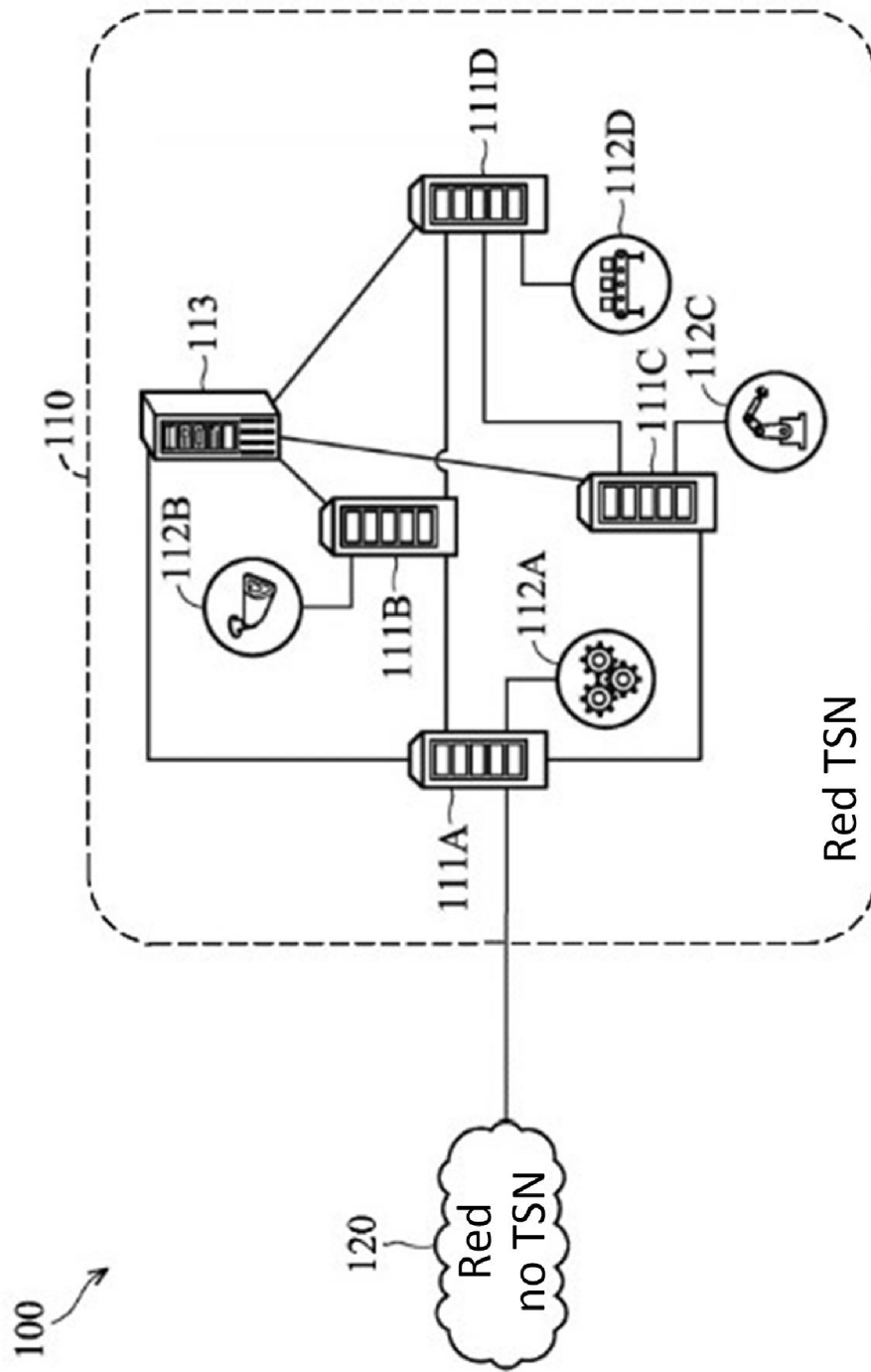


FIG. 1

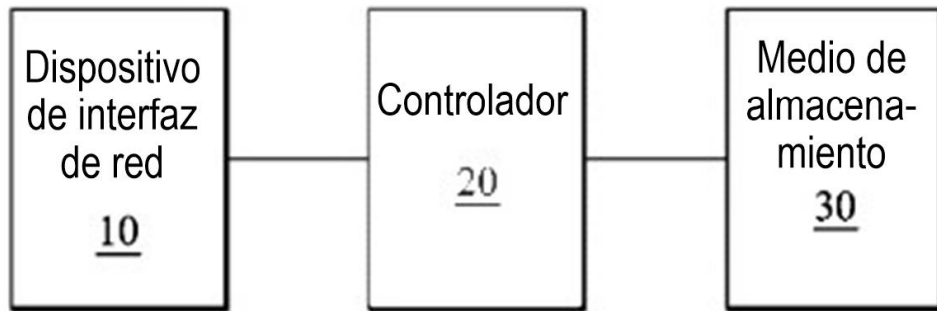


FIG. 2

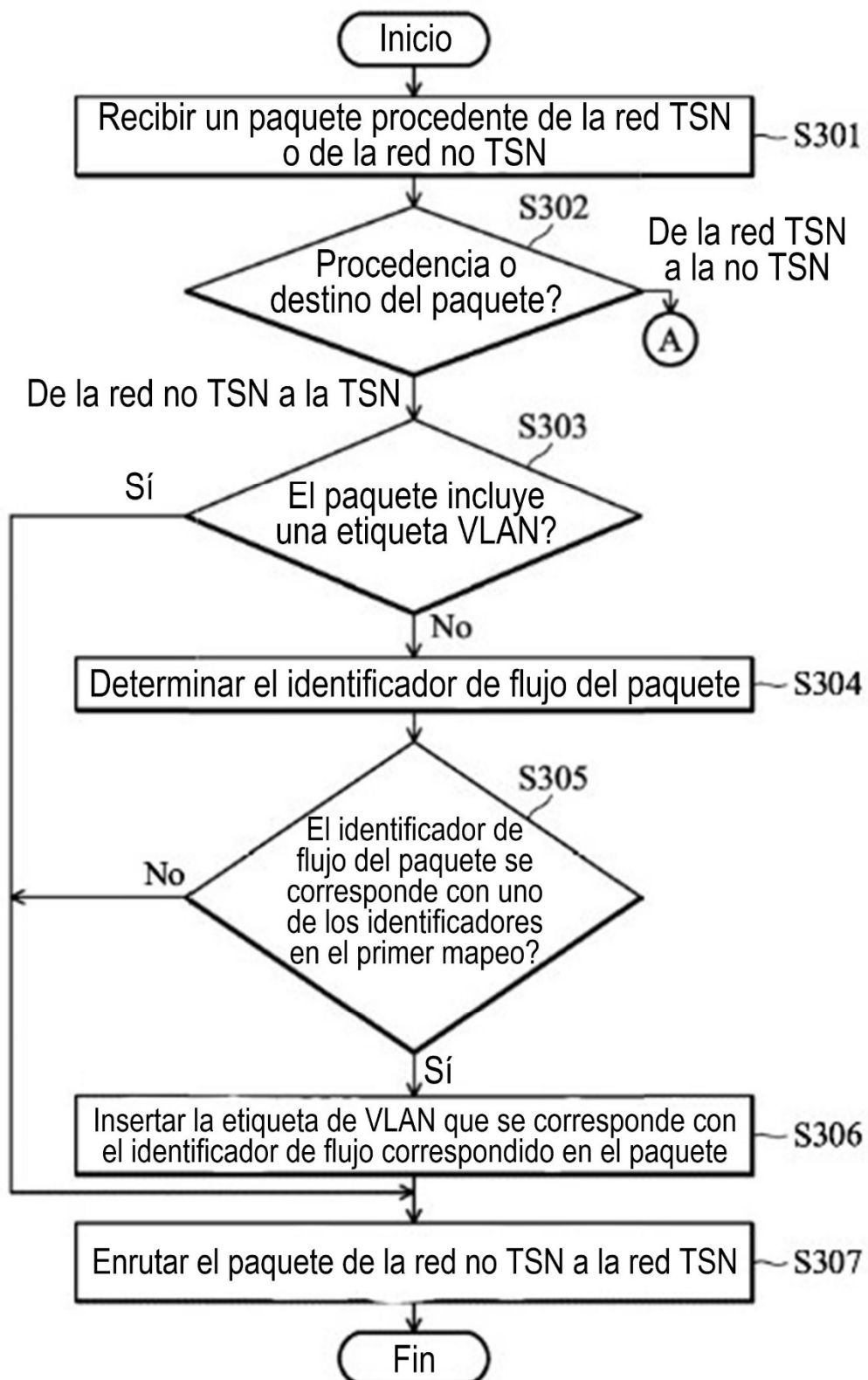


FIG. 3A

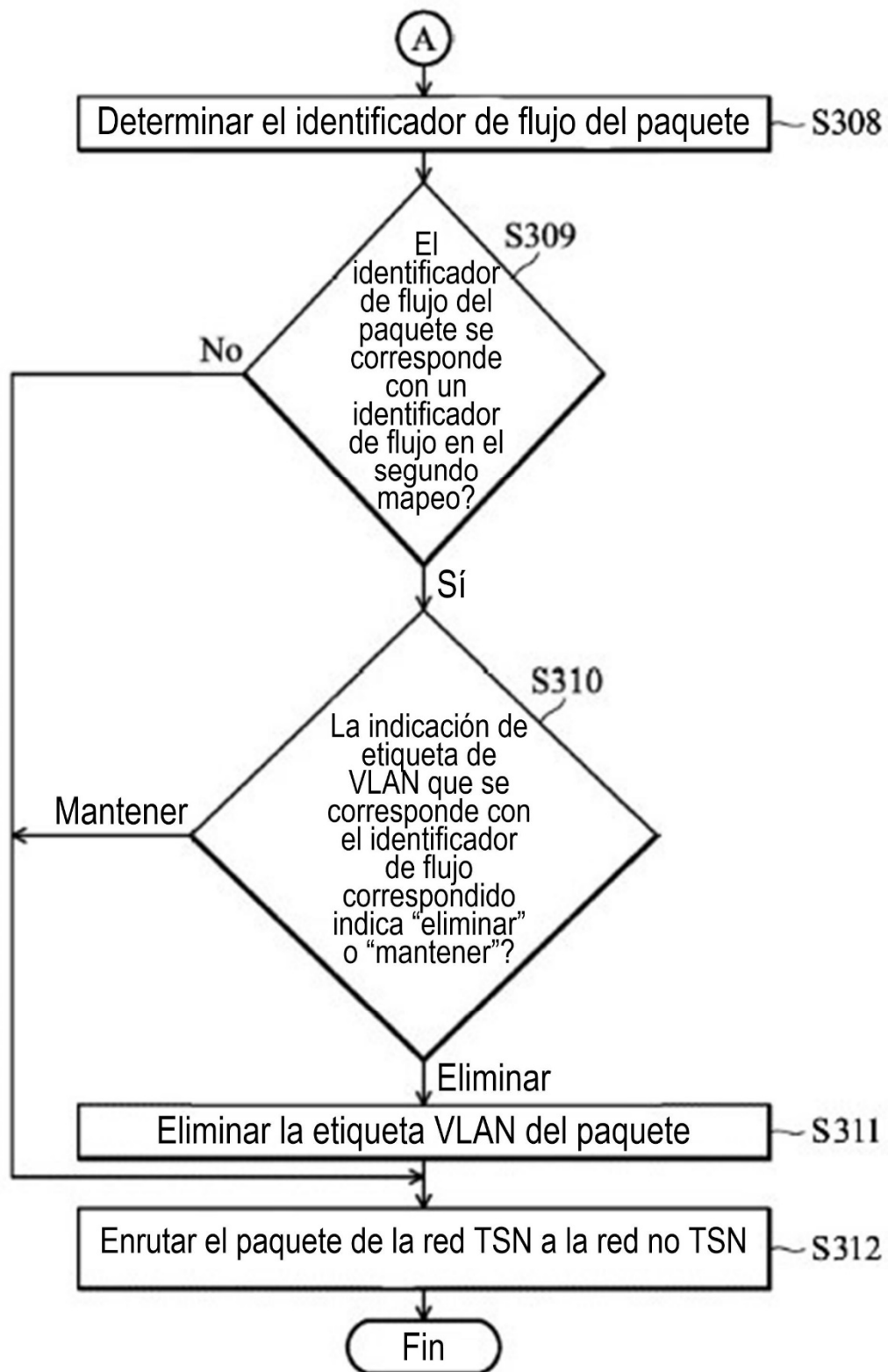


FIG. 3B

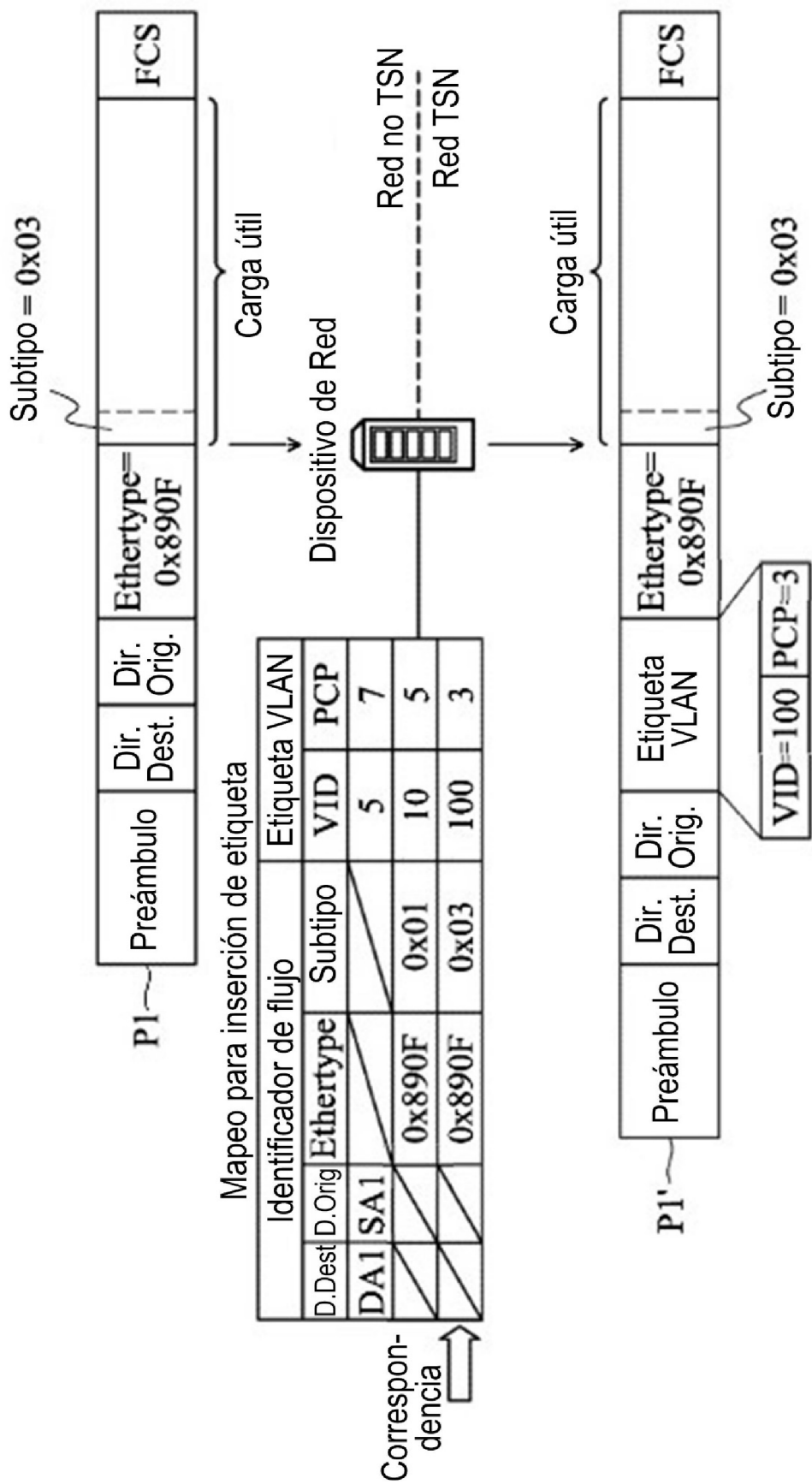


FIG. 4

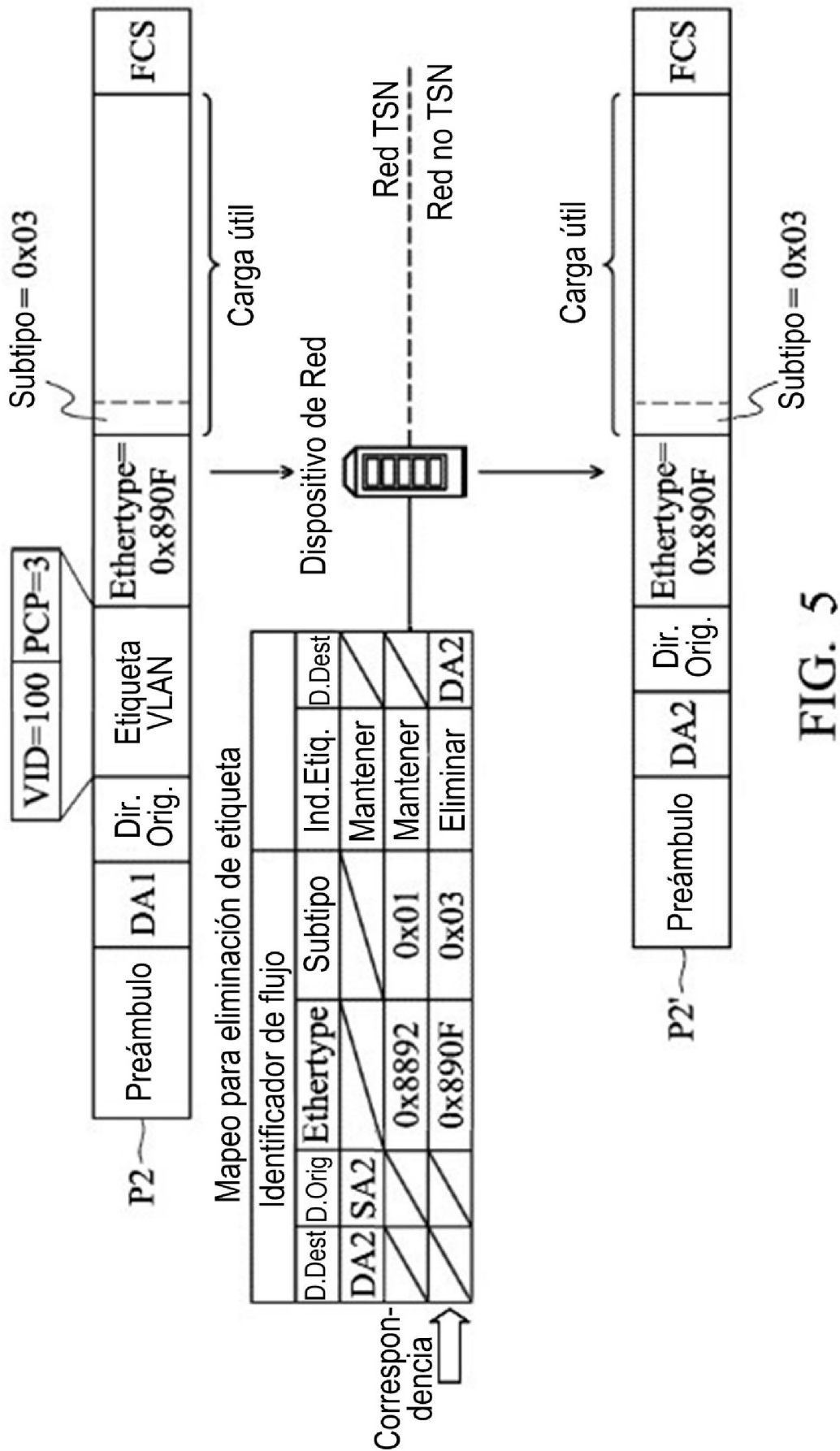


FIG. 5