(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 659 566**

(51) Int. CI.:

***H04L 12/24*** (2006.01)
***H04L 12/721*** (2013.01)
***H04L 12/741*** (2013.01)
***H04L 12/715*** (2013.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2013 PCT/JP2013/057640**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2013 WO13141200**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2013 E 13764085 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 2830268**

(54) Título: **Nodo de comunicación, método y programa de procesamiento de paquetes**

(30) Prioridad:

**19.03.2012 JP 2012062221**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**16.03.2018**

(73) Titular/es:

**NEC CORPORATION (100.0%)**
**7-1, Shiba 5-chome , Minato-ku**
**Tokyo 108-8001, JP**

(72) Inventor/es:

**SUEMITSU, MARIKO**

(74) Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

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

Nodo de comunicación, método y programa de procesamiento de paquetes

**Descripción**

Campo

La presente solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Japonesa 2012-062221 (presentada el 19 de Marzo de 2012). La presente invención se relaciona con un nodo de comunicación, un método y un programa de procesamiento de paquetes y, más concretamente, con un nodo de comunicación, que se pone en funcionamiento basado en la información de control según se establece desde un controlador, un método y un programa de procesamiento de paquetes.

**Antecedentes de la invención**

Recientemente, se ha propuesto una técnica conocida como OpenFlow (Publicación Internacional Nº WO 2008/095010 y Nick Mckeown y otros siete autores: "OpenFlow; Permitiendo la Innovación en redes de Campus," [en línea]. [Recuperada el 14 de Febrero de 2012], Internet <URL: http://www.openflow.org/documents/openflow-wp-latest.pdf> y la "Especificación del Conmutador OpenFlow," Versión 1.1.0 Implementada (Protocolo 0x02 por Cable), [en línea], [Recuperado el 14 de Febrero de 2012], Internet <URL: http://www.openflow.org/documents/openflow-spec-v1.1.0.pdf>.). El documento XP55177510 representa la Especificación del Conmutador OpenFlow Versión 1.2 (Protocolo 0x03 por Cable) publicada el 5 de Diciembre de 2011, y la cual muestra para los propósitos aquí descritos los mismos contenidos que los discutidos en relación con la Especificación del Conmutador OpenFlow Versión 1.1.0.

El documento US 2007/0160052 A1 describe un método de búsqueda y procesamiento de paquetes con procesamiento de bucle de paquetes.

OpenFlow entiende la comunicación como un flujo de fin a fin y realiza control de ruta, balanceo de carga y optimización de carga sobre la base de flujo a flujo. Un conmutador OpenFlow, operando como un equipo de retransmisión, incluye un canal seguro para la comunicación con un controlador OpenFlow, diseñado para operar como un controlador, y se pone en funcionamiento de acuerdo con una tabla o unas tablas de flujo controladas en cuanto a la adición o escritura desde el controlador OpenFlow. En las tablas de flujo, se define, por flujo, una regla o unas reglas de correspondencia o un campo o unos campos de cabecera para hacer coincidir una cabecera de paquete con, la información de estadísticas de flujo o el Contador o los Contadores y una instrucción o unas instrucciones que indican contenidos de procesamiento aplicados a los paquetes que coinciden con la regla o las reglas de coincidencia o el campo o los campos de cabecera (véase "4.1 Tabla de Flujo" ff. de la "Especificación del Conmutador OpenFlow," Versión 1.1.0 Implementada.

Por ejemplo, en la recepción de un paquete, el conmutador OpenFlow busca una entrada que tenga la regla o las reglas de coincidencia que coincidan con la información de cabecera del paquete recibido desde la tabla de flujo. Si, como resultado de la recuperación, se encuentra la entrada que coincide con el paquete recibido, el conmutador OpenFlow actualiza la información de las estadísticas del flujo (los Contadores), a la vez que realiza, en conexión con el paquete recibido, los contenidos de procesamiento establecidos en el campo de acción de la entrada en cuestión, tal como, por ejemplo, la transmisión de paquetes desde un puerto especificado, la inundación o la supresión. En cambio, si no se encuentra ninguna entrada que coincida con el paquete recibido por la búsqueda anterior, el conmutador OpenFlow envía el paquete recibido sobre el canal seguro al controlador OpenFlow para solicitar a este que decida una ruta para el paquete recibido en base al origen y al destino de la transmisión del paquete recibido. El conmutador OpenFlow recibe una entrada de flujo que permitirá decidir la ruta del paquete para actualizar su tabla de flujo. De esta manera, el conmutador OpenFlow envía el paquete usando la entrada almacenada en la tabla de flujo como una regla de procesamiento

En "4.1.1 Procesamiento de canal" de la bibliografía No Patente "Especificación del Conmutador OpenFlow," Versión 1.1.0 Implementada, referida a continuación como "procesamiento de canal," se hace mención a que un conmutador OpenFlow ha de soportar procesamiento de búsqueda multi etapa que usa una pluralidad de tablas de flujo. Según la "Especificación del Conmutador OpenFlow," Versión 1.1.0 Implementada, el procesamiento consiste en (1) la búsqueda, de entre las entradas en una tabla i-ésima (i = 0 hasta n) que coincidan con el paquete recibido, para dicha entrada que tiene la mayor prioridad, (2) la actualización de la instrucción o instrucciones de la entrada (cambiando un paquete, actualizando un campo de coincidencia o actualizando un conjunto de acciones (véase "4.7 Conjunto de Acciones" de la "Especificación del Conmutador OpenFlow," Versión 1.1.0 Implementada) y la actualización de los metadatos) y (3) el envío de los datos coincidentes y el conjunto de acciones a la siguiente tabla, se realiza repetidamente en el procesamiento del canal. Finalmente, se ejecutan los contenidos del conjunto de acciones (véase la Figura 2 de la "Especificación del Conmutador OpenFlow," Versión 1.1.0 Implementada).

El siguiente análisis está dado por la presente invención. Con el uso del procesamiento de canal anterior, es posible realizar una pluralidad de diferentes operaciones de procesamiento por paquete recibido mediante, por ejemplo, la salida directa del paquete recibido sin cambiar, la modificación (mediante la reescritura) de la cabecera del paquete

recibido, la búsqueda de nuevo de la tabla de flujo y la realización de una operación u operaciones de procesamiento diferentes.

Sin embargo, en el procesamiento del canal de la “Especificación del Conmutador OpenFlow,” Versión 1.1.0 Implementada, si la tabla a ser buscada se ha de cambiar, la tabla de flujo a buscar ahora debe ser el ID de la tabla de flujo que sea mayor que el de la tabla de flujo actualmente referenciada, como se indica en el párrafo “4.6 Instrucciones” “Tabla Ir a” (véase la Fig. 5). Así, si se han de aplicar diferentes operaciones a un único paquete recibido, el número de tablas de flujo a ser retenidas por cada conmutador OpenFlow aumenta de manera indeseable.

Hemos apreciado que sería deseable proporcionar un nodo de comunicación, que opere de acuerdo con la información de control según se establece o se configura desde un controlador representado por el OpenFlow anteriormente mencionado, un nodo de comunicación, un método de procesamiento de paquetes y un programa de procesamiento de paquetes, según los cuales las diferentes operaciones se pueden aplicar usando un menor número de tablas de flujo.

**Compendio de la invención**

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un nodo de comunicación, que comprende: una o más tabla o tablas de flujo que almacenan el elemento o los elementos de información de control según son establecidos por un controlador; y una unidad de procesamiento de paquetes que busca el elemento de información de control, que tiene una condición de coincidencia que coincide con un paquete recibido, de la una o más tabla o tablas de flujo, y procesa el paquete recibido de acuerdo con el elemento de información de control. En el caso de que una instrucción de bucle preestablecida se añada al elemento de información de control que tiene la condición de coincidencia que coincide con el paquete recibido, la unidad de procesamiento de paquetes realiza un número preestablecido de veces de búsqueda por otro elemento de información de control en la una o más tabla o tablas y la ejecución del elemento de información de control buscado; y en donde las múltiples veces del número preestablecido de veces de búsqueda se realizan en la misma tabla de entre la una o más tablas de flujo según es especificado por la instrucción de bucle presente. Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de comunicación, que comprende: un nodo de comunicación según el primer aspecto de la presente invención y un controlador. El controlador establece en la pluralidad de tablas de flujo del nodo de comunicación una pluralidad de elementos de información de control que incluyen un elemento de información de control al que se añade la instrucción de bucle preestablecida.

Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de procesamiento de paquetes mediante un nodo de comunicación que comprende una o más tabla o tablas de flujo que almacenan el elemento o los elementos de información de control según es preestablecido por un controlador y una unidad de procesamiento de paquetes que busca por un elemento de información de control, que tenga una condición de coincidencia que coincida con un paquete recibido, de la una o más tabla o tablas de flujo, y procese el paquete recibido de acuerdo con el elemento de información de control. El método de procesamiento de paquetes comprende: la comprobación de si se añade una instrucción de bucle preestablecida en el elemento de información de control que tiene la condición de coincidencia que coincide con el paquete recibido; y la realización de un número preestablecido de veces de búsquedas por otro elemento de información de control en la una o más tabla o tablas de flujo y la ejecución del elemento de información de control buscado en el caso en que se añada la instrucción de bucle preestablecida en el elemento de información de control que tenga la condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido, en donde las múltiples veces del número preestablecido de veces de búsquedas se realizan en la misma tabla de entre la una o más tablas de flujo según es especificado por la instrucción de bucle preestablecida. El método presente está ligado con una máquina concreta en la forma de un nodo de comunicación puesto en funcionamiento mediante la información de control configurada desde el controlador.

Según un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa de ordenador que comprende unas instrucciones que provocan que un ordenador, montado dentro de un nodo de comunicación que comprende una o más tabla o tablas de flujo que almacenan el elemento o los elementos de información de control como es preestablecido por un controlador, y una unidad de procesamiento de paquetes que busca un elemento de información de control, que tenga una condición de coincidencia que coincida con un paquete recibido, desde la una o más tabla o tablas de flujo, y procese el paquete recibido de acuerdo con el elemento de información de control, para ejecutar: la comprobación de si se añade una instrucción de bucle preestablecida en el elemento de información de control que tiene la condición de coincidencia que coincide con el paquete recibido; y la realización de un número preestablecido de veces de búsqueda por otro elemento de información de control en la una o más tabla o tablas de flujo y la ejecución del elemento de información de control buscado en el caso en que la instrucción de bucle preestablecida se añada en el elemento de control de información que tenga la condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido, en donde las múltiple búsquedas, en donde las múltiples veces del número preestablecido de veces de búsqueda se realizan en la misma tabla de entre la una o más tablas de flujo según es especificado por la instrucción de bucle preestablecida.

Se observa que el presente programa se puede registrar en un medio de registro legible por ordenador, esto es, no transitorio. Esto es, la presente invención se puede implementar como un producto programa de ordenador.

Según la presente invención, un nodo de comunicación, puesto en funcionamiento de acuerdo con el elemento de información de control, configurado desde un controlador, se puede preparar para que realice diferentes operaciones de procesamiento a pesar de usar un número menor de tablas de flujo.

**Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es un diagrama de bloques esquemático que muestra la configuración de una primera realización ejemplar de la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques esquemático que muestra la configuración de un conmutador OpenFlow según la primera realización ejemplar de la presente invención.

La Fig. 3 es una vista esquemática que muestra entradas de flujo configuradas en el conmutador OpenFlow según la primera realización ejemplar de la presente invención así como los contenidos de procesamiento del mismo.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo que muestra el progreso del procesamiento en el momento de la recepción del paquete en el conmutador OpenFlow según la primera realización ejemplar de la presente invención.

La Fig. 5 es una vista esquemática para ilustrar el procesamiento de búsqueda de la tabla de flujo en el conmutador OpenFlow según Nick McKeown y otros siete autores: “OpenFlow: Permitiendo la Innovación en Redes de Campus,” y la “Especificación del Conmutador OpenFlow,” Versión 1.1.0 Implementada.

Se ha de notar que los símbolos añadidos para la referencia a los dibujos en la descripción siguiente son simplemente para ayudar a la comprensión y no están destinados a limitar la invención a los modos ilustrados.

En un modo de la presente invención, un nodo 10A de comunicación incluye una o más tabla o tablas 21 de flujo que almacenan el elemento o los elementos de información de control según se establece desde un controlador 30A, y una unidad 11 de procesamiento de paquetes, como se muestra en la Fig. 1. La unidad de procesamiento de paquetes busca un elemento de información de control que tenga la condición de coincidencia que coincida con un paquete recibido, de entre la una o más tabla o tablas de flujo y procesa el paquete de acuerdo con el elemento de información de control.

En más detalle, si se añade una instrucción de bucle preestablecida en el elemento de información de control que tenga la condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido, el nodo 10A de comunicación realiza un número preestablecido de veces de búsqueda por otro elemento de información de control en la tabla o las tablas 21 de flujo y la ejecución del elemento de información de control buscado. Por ejemplo, en la recepción del paquete que coincide con una entrada de flujo en un campo superior de la tabla 21 de flujo de la Fig. 1, el nodo 10A de comunicación ejecuta los contenidos de procesamiento de la entrada de flujo, busca otro elemento de información de control y ejecuta la información de control así buscada. De esta manera, la entrada (entradas) de flujo en un campo o campos inferiores de la tabla 21 de flujo de la Fig. 1 se pueden buscar y se pueden ejecutar los contenidos procesados correspondientes.

Una pluralidad de diferentes operaciones de procesamiento se pueden así ejecutar en al menos una tabla de flujo. Se observa que el número de veces que se busca el otro o los otros elementos de información de control y se ejecuta el elemento o los elementos de control de información así buscados (el número de veces de bucle) se puede predeterminar al principio o de manera alternativa ser especificado por un parámetro en la instrucción de bucle preestablecida.

(Primera realización ejemplar)

Se explicará ahora una primera realización ejemplar de la presente invención en detalle con referencia a los dibujos. La Fig. 2 muestra la configuración de un conmutador OpenFlow, también expresado a continuación como OFS, según la primera realización ejemplar de la presente invención. Referente a la Fig. 2, se muestra una disposición compuesta de la unidad 11 de procesamiento de paquetes, una unidad 12 de procesamiento de mensajes de control, una pluralidad (N+1) de tablas 20 a 2N de flujo, una interfaz 13 de salida y una interfaz LB de bucle cerrado.

Un pluralidad de ID de tablas desde 0 hasta N, usados para indicar el orden de búsqueda, se asignan a las tablas 20 a 2N de flujo.

En la recepción de un paquete, la unidad 11 de procesamiento de paquetes selecciona las tablas 20 a 2N, en el orden de sus ID de tabla, para buscar una entrada de flujo que tenga una condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido. Si, como resultado de la búsqueda de una tabla determinada entre las tablas de flujo, excluyendo la tabla 2N de flujo, no se encuentra una entrada de flujo que tenga la condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido, la unidad 11 de procesamiento de paquetes selecciona la tabla o las tablas de flujo que tengan el siguiente o los siguientes ID de tabla secuencialmente mayores para buscar la entrada (entradas) de flujo que tenga la condición o condiciones de coincidencia que coincidan con el paquete recibido. Si, como resultado de la búsqueda en la última tabla 2N de flujo, no se encuentra una entrada de flujo que tenga la condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido, la unidad 11 de procesamiento de paquetes realiza una operación

de procesamiento preestablecida (acción de no coincidencia). La acción de no coincidencia preestablecida puede ser una acción de descarte del paquete recibido (Suprimir), una notificación de la recepción del paquete a un controlador 30 OpenFlow a través de la unidad 12 de procesamiento de mensajes (Entrada de Paquete), y así sucesivamente.

En cambio, si, como resultado de la búsqueda en las tablas 21 a 2N de flujo, se encuentra dicha entrada de flujo que tenga la condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido, la unidad 11 de procesamiento de paquetes procesa el paquete recibido de acuerdo con los contenidos del campo instrucción de la entrada de flujo. De manera adicional, se debería añadir una acción de la Tabla Ir a en los contenidos de procesamiento del campo instrucción, la unidad 11 de procesamiento de paquetes selecciona la tabla de flujo especificada en la acción de la Tabla Ir a para continuar con la búsqueda de una entrada (entradas) de flujo que tenga la condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido.

La unidad 12 de procesamiento de mensajes de control acepta las operaciones de establecimiento, cambio o eliminación de una entrada (entradas) de flujo de las tablas 21 a 2N de flujo desde el controlador 30 OpenFlow, controlador OpenFlow que es equivalente al controlador 30A anteriormente mencionado. La unidad 12 de procesamiento de mensajes de control también envía una notificación de recepción de paquete (Entrada de Paquete) al controlador 30 OpenFlow en respuesta a la solicitud desde la unidad 11 de procesamiento de paquetes. Dicha comunicación entre el OFS 10 y el controlador 30 OpenFlow puede ser llevada a cabo usando el Protocolo OpenFlow según la “Especificación del Conmutador OpenFlow,” Versión 1.1.0 Implementada.

La interfaz 13 de salida está formada por, por ejemplo, puertos físicos conectados a otros OFS 10 o terminales. Por ejemplo, si el contenido del campo instrucción de una entrada de flujo es para enviar el paquete (Salida), el paquete se envía desde la interfaz 13 de salida. Aunque sólo se muestra una única interfaz 13 de salida en la realización ejemplar de la Fig. 2, se pueden proporcionar también una pluralidad de interfaces 13 de salida.

La interfaz LB de bucle de retorno es una interfaz usada como un destino de envío en caso de que se añada la acción de la Tabla Ir a en el contenido de procesamiento del campo instrucción y la tabla de flujo especificada por la acción de la Tabla Ir a sea la tabla de flujo de ID de tabla = 0. Cuando se emite un paquete desde un extremo de salida del interfaz LB del bucle de retorno, la unidad 11 de procesamiento de paquetes inicia la búsqueda de la tabla 20 de flujo de la misma manera que cuando se recibe un paquete.

Se ha de notar que diversas partes (medios de procesamiento) del OFS 10, mostrado en la Fig. 2, pueden ser implementadas mediante un programa de ordenador que permite que un ordenador constituya el OFS 10 para llevar a cabo las operaciones de procesamiento anteriormente mencionada usando el hardware del ordenador.

La Fig. 3 representa una tabla que ilustra una pluralidad de entradas de flujo configuradas en una tabla de flujo y los correspondientes contenidos de procesamiento. En la realización ejemplar de la Fig. 3, si se recibe un paquete que pertenece a un flujo A y cuyo campo de metadatos tiene un valor de 0, se produce un éxito de entrada de flujo en la entrada de flujo de “Flujo A & Meta = 0.” Se observa que, como para el flujo A, se entiende la comunicación entre equipos como un flujo y se especifica la combinación de la dirección de origen de la transmisión y la del equipo de destino de la transmisión en la cabecera del paquete. Como para el campo metadatos, se puede hacer referencia a la “Especificación del Conmutador OpenFlow,” Versión 1.1.0 Implementada, los “4.3 Campos coincidentes” y la Tabla 3 “Metadatos.” En los casos anteriores, se lleva a cabo el procesamiento de la salida de los paquetes recibidos en la interfaz 13 de salida (Puerto #A de Salida). Ya que la acción de la Tabla Ir a que especifica la tabla de flujo con el ID de Tabla = 0 (Tabla Ir a #0) se añade en esta entrada de flujo, se hace la reversión a la tabla de flujo que tenga el ID de Tabla = 0 para buscar la entrada de flujo que coincida de nuevo con el paquete recibido. En este momento, la unidad 11 de procesamiento de paquetes aumenta el valor del campo metadatos del paquete recibido en uno.

En la siguiente o la segunda búsqueda de tabla de flujo, se busca la entrada de tabla que coincida con el paquete que pertenece al flujo A y cuyo campo metadatos tiene el valor de 1. Como resultado, se produce un éxito de entrada de flujo en la entrada de flujo de “Flujo A & Meta =1.” En este caso, se cambia el ID de VLAN (ID de Red de Área Local Virtual), mediante la reescritura, y el paquete se emite desde la interfaz 13 de salida (Puerto #B de Salida). Ya que se añade la Tabla Ir a #0 como la acción de Tabla Ir a, se hace la reversión a la tabla de flujo que tiene el ID de Tabla = 0 para buscar de nuevo la entrada de flujo que coincida con el paquete recibido. La unidad 11 de procesamiento de paquetes aumenta el valor del campo metadatos del paquete recibido por uno de nuevo en este caso.

Si, como resultado de la segunda búsqueda de tabla, se produce un éxito de tabla, se lleva a cabo el procesamiento de acuerdo con los contenidos del campo instrucción en la entrada de flujo que tiene dicho éxito. Este procesamiento puede ser enumerado mediante reenvío de paquetes, cambio de cabecera (mediante reescritura) y, si es necesario, la búsqueda en la tabla de flujo especificada.

Ahora se explicará en detalle una operación de la realización ejemplar del asunto con referencia a los dibujos. La Fig. 4 es un diagrama de flujo que muestra el progreso del procesamiento en el conmutador OpenFlow de la primera realización ejemplar de la presente invención.

Referente a la Fig. 4, el OFS 10 selecciona, en la recepción de un paquete, una tabla de flujo que tenga el menor valor de ID de tabla, y busca una entrada de flujo que tenga una condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido (pasos S01 a S003).

Si, como resultado de la búsqueda anterior, no se encuentra ninguna entrada de flujo que coincida con el paquete recibido (No en el paso S003), el OFS 10 aumenta la variable i en uno y procede a buscar en la tabla de flujo del siguiente ID de tabla (paso S004 y Si en el paso S005). Si, después de la búsqueda en el total de las tablas de flujo, no se encuentra ninguna entrada de flujo que coincida con el paquete recibido (No en el paso S005), el OFS 10 ejecuta una acción de no coincidencia preestablecida (paso S006).

Por otro lado, si se encuentra la entrada de flujo que coincide con el paquete recibido en el paso S003 (Si en el paso S003), el OFS 10 procede con las siguientes operaciones de procesamiento.

Primero, el OFS 10 realiza las operaciones de procesamiento de acuerdo con la acción del campo instrucción de la entrada de flujo que ha alcanzado un éxito en la operación de búsqueda en el paso S003 (paso S007; véase “4.6 Instrucciones” de la “Especificación del Conmutador OpenFlow,” Versión 1.1.0 Implementado).

El procesamiento sobre el paquete recibido por el OFS 10 llega a su fin en el caso en que no exista acción de la Tabla Ir a entre las acciones del campo instrucción (No en el paso S008).

Si en cambio existe una acción de la Tabla Ir a entre las acciones del campo instrucción (Si en el paso S008), el OFS 10 comprueba para ver si el ID de tabla especificado en la acción de la Tabla Ir a es cero o no (pasos S009 y S010). En el caso en que el ID de tabla especificado por la acción de la Tabla Ir a sea cero, esto es, si se añade una instrucción de bucle, el OFS 10 aumenta el valor del campo metadatos del paquete recibido (número de veces de las operaciones de ronda) en uno (paso S011) y transmite el resultado a la interfaz de bucle de retorno (paso S012 al LB terminal).

Si en cambio el valor del ID de tabla en la acción de la Tabla Ir a comprobado en el paso S010 no es cero, el OFS 10 comprueba para ver si el valor del campo de metadatos del paquete recibido (número de veces de rondas) es un valor m umbral preestablecido o no (paso S013). Si el valor del campo metadatos (número de veces de rondas) es el valor m umbral preestablecido (Si en el paso S013), el procesamiento del paquete recibido llega a su fin. Se ha de notar que el valor m de umbral preestablecido puede ser un valor determinado al principio o puede ser especificado por un parámetro suplementario de la acción anteriormente mencionada de la Tabla Ir a).

Si, en el paso S013, el valor del campo metadatos (número de veces de rondas) es menor que el valor m umbral preestablecido (No en el paso S013), el OFS 10 selecciona la tabla de flujo de ID de tabla especificado por la acción de la Tabla Ir a, y continua con la búsqueda de la entrada de flujo que tenga la condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido.

En la realización ejemplar del asunto, las operaciones de búsqueda iterativas se pueden realizar para la misma tabla de flujo, como se describe anteriormente. Es posible así realizar diferentes operaciones usando un número menor de tablas de flujo. Además, en la realización ejemplar del asunto, en la que el número de veces de las rondas se escribe en el campo de metadatos del paquete recibido, se puede gestionar el número de operaciones de búsqueda. Además, el así escrito número de veces de las rondas también se usa como condición de coincidencia. Es así posible no sólo evitar repetir la misma entrada de flujo sino también cambiar los contenidos de procesamiento aplicados a un paquete que depende del número de veces de las operaciones de búsqueda.

La realización ejemplar de la presente invención descrita anteriormente no se debe interpretar como limitante de la invención, de manera que se pueden realizar cambios adicionales, sustituciones y ajustes dentro del alcance sin salir del concepto técnico básico de la invención. Por ejemplo, aunque se presupone en la realización ejemplar anteriormente descrita que se ha de usar la disposición basada en el OpenFlow de Nick McKeown y otros siete autores: “OpenFlow; Permitiendo la Innovación en redes de Campus,” y la “Especificación del Conmutador OpenFlow,” Versión 1.1.0 Implementada, la presente invención puede aplicarse también a sistemas de configuración de control centralizados que tienen estructuras comparables.

También, en la realización ejemplar anteriormente descrita, se presupone que la operación de bucle se ha de realizar en el caso de que el valor del ID de tabla especificado en la Acción de la Tabla Ir a sea cero. Sin embargo es posible realizar un procesamiento similar incluso en el caso de que el valor del ID de tabla especificado en la Acción de la Tabla Ir a sea diferente de cero.

En la realización ejemplar anteriormente descrita, se presupone también que el número de veces de las rondas se establece en el campo de metadatos del paquete recibido para gestionar el número de veces de las operaciones de búsqueda en las tablas de flujo. Sin embargo también es posible gestionar el número de veces de las operaciones de búsqueda (número de veces de las operaciones de bucle) dentro de la unidad 11 de procesamiento. En tal caso, el número de veces de la operación de búsqueda se puede aumentar en el momento de la colación a una entrada (entradas) de flujo opcional. En tal caso, los contenidos de procesamiento aplicados a un paquete se pueden cambiar dependiendo del número de veces de las operaciones de búsqueda, de la misma manera que en la anterior primera realización ejemplar.

En la realización ejemplar anterior, no sólo se usa la información de flujo sino también el campo de metadatos del paquete recibido como condición de coincidencia. Sin embargo también es posible añadir la información del puerto correspondiente a la interfaz de bucle de retorno anteriormente mencionada (Puerto de entrada) a la condición o las condiciones de coincidencia.

Además, en la realización ejemplar anteriormente descrita, se presupone que el OFS de la “Especificación del Conmutador OpenFlow,” Versión 1.1.0 Implementada se usa normalmente en los nodos de comunicación. Sin embargo es posible usar un equipo distinto del OFS como nodo de comunicación proporcionado de manera tal que dicho otro equipo usado tenga la función para buscar una o más tablas de flujo para una entrada (entradas) de flujo que coincida con el paquete recibido o un paquete almacenado de una aplicación o aplicaciones, y procese la entrada (entradas) de flujo buscada. Ejemplos de dichos otros equipos incluyen los terminales de teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, terminales de tableta, ordenadores personales, equipos de juego o enrutadores móviles, dado que estos tienen la función de conmutación para enviar/recibir paquetes a o desde la aplicación o aplicaciones almacenadas.

La realización ejemplar concreta o Ejemplo se puede modificar o ajustar dentro de la amplitud de la descripción completa de la presente invención, incluso de las reivindicaciones, basado en el concepto técnico fundamental de la invención. Además, se puede hacer una variedad de combinaciones o una selección de los elementos descritos en la presente memoria (elementos de las reivindicaciones, de la realización ejemplar, del Ejemplo y de los dibujos) dentro del concepto de las reivindicaciones de la presente invención. Viz., se ha de entender que la presente invención puede incluir una diversidad de cambios o correcciones que se les puedan ocurrir a aquellos expertos en la técnica de acuerdo con las descripciones totales incluidas en las reivindicaciones y en los dibujos así como en el concepto técnico de la invención.

**Lista de signos de referencia**

| | |
|---|---|
| 10 | Conmutador OpenFlow (OFS) |
| 10A | nodo de comunicación |
| 11 | unidad de procesamiento de paquetes |
| 12 | unidad de procesamiento de mensajes de control |
| 13 | interfaz de salida |
| 20 a 2N | tabla de flujo |
| 30 | controlador OpenFlow |
| 30A | controlador |
| LB | interfaz de bucle de retorno |

**REIVINDICACIONES**

1. Un nodo (10a) de comunicación, que comprende:

una o más tabla o tablas (21) de flujo que almacenan un elemento o elementos de control de información según es establecido por un controlador; y una unidad (11) de procesamiento de paquetes que busca un elemento de información de control, que tenga una condición de coincidencia que coincida con un paquete recibido, de la una o más tabla o tablas de flujo, y procese el paquete recibido de acuerdo con el elemento de información de control, en donde,

en caso de que se añada una instrucción de bucle preestablecida en el elemento de control de información que tenga la condición de coincidencia que coincida con el paquete recibido, la unidad de procesamiento de paquetes realiza un número preestablecido de veces de búsqueda por otro elemento de información de control en la una o más tabla o tablas de flujo y la ejecución del elemento de información de control buscado; y

en donde las múltiples veces de búsqueda del número preestablecido de veces de búsqueda se realizan en la misma tabla de entre la una o más tablas de flujo según es especificado por la instrucción de bucle preestablecida.

2. El nodo de comunicación según la reivindicación 1, en donde

el nodo de comunicación comprende una pluralidad de tablas de flujo que tienen un orden de búsqueda preestablecido;

en el caso de que la instrucción de bucle preestablecida se añada al elemento de información de control que tiene la condición de coincidencia que coincide con el paquete recibido, la unidad de procesamiento de paquetes realiza un número preestablecido de veces de búsqueda de rondas por otro elemento de información de control de acuerdo con la orden de búsqueda preestablecida con un tabla de flujo indicada en la instrucción de bucle según un punto de inicio.

3. El nodo de comunicación según la reivindicación 1 o 2, en donde

se especifica un número de veces de búsqueda por otro elemento de información de control y la ejecución del elemento de información de control buscado o un número de veces de búsqueda de rondas mediante un parámetro en la instrucción de bucle preestablecida

4. El nodo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde

la unidad de procesamiento de paquetes inserta un número de veces de ejecución de la búsqueda para la una o más tabla o tablas de flujo en un campo de meta información del paquete recibido para gestionar el número de veces de búsqueda de otro elemento de información de control o el número de veces de búsqueda de rondas.

5. El nodo de comunicación según la reivindicación 4, en donde

se inserta el campo de meta información del paquete recibido, en el que el número de veces de ejecución de la búsqueda para la una o más tabla o tablas de flujo, se usa como la condición de coincidencia.

6. El nodo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde

la unidad de procesamiento de paquetes envía el paquete recibido a una interfaz de bucle de retorno preestablecida y recibe el paquete enviado desde la interfaz de bucle de retorno para realizar la búsqueda de otro elemento de información de control repetidamente.

7. El nodo de comunicación según la reivindicación 6, en donde

se establece como la condición de coincidencia si un paquete en cuestión es uno recibido desde un puerto asignado como la interfaz de bucle de retorno o no.

8. Un sistema de comunicación, que comprende:

un nodo de comunicación según la reivindicación 1; y un controlador (30), en donde

el controlador establece en la pluralidad de tablas de flujo del nodo de comunicación una pluralidad de elementos de información de control que incluyen un elemento de información de control al que se le añade la instrucción de bucle preestablecida.

9. Un método de procesamiento de paquetes, que comprende:

mediante un nodo de comunicación que comprende una o más tabla o tablas de flujo que almacenan un elemento o elementos de información de control según es establecido por un controlador, y una unidad de procesamiento de paquetes que busca un elemento de información de control, que tiene una condición de coincidencia que coincide

con un paquete recibido, de la una o más tabla o tablas de flujo, y procesa el paquete recibido de acuerdo con el elemento de información de control,

la comprobación de si se añade una instrucción de bucle preestablecida en el elemento de información de control que tiene la condición de coincidencia que coincide con el paquete recibido; y

la realización de un número preestablecido de veces de búsqueda de otro elemento de información de control en la una o más tabla o tablas de flujo y la ejecución del elemento de información de control buscado en el caso de que la instrucción de bucle preestablecida se añada en el elemento de información de control que tiene la condición de coincidencia que coincide con el paquete recibido, en donde las múltiples veces del número preestablecido de veces de búsqueda se realizan en la misma tabla de entra la una o más tablas de flujo según es especificado por la instrucción de bucle preestablecida.

10. Un producto programa de ordenador que comprende instrucciones que provocan que un ordenador, montado dentro de un nodo de comunicación que comprende una o más tabla o tablas de flujo que almacenan un elemento o elementos de información de control según es establecido por un controlador, y una unidad de procesamiento de paquetes que busca un elemento de información de control, que tiene una condición de coincidencia que coincide con un paquete recibido, de la una o más tabla o tablas de flujo, y procesa el paquete recibido de acuerdo con el elemento de información de control ejecute:

la comprobación de si una instrucción de bucle preestablecida se añade en el elemento de información de control que tiene la condición de coincidencia que coincide con el paquete recibido; y

la realización de un número preestablecido de veces de búsqueda de otro elemento de información de control en la una o más tabla o tablas y la ejecución del elemento de información de control buscado en el caso de que la instrucción de bucle preestablecida se añada en el elemento de información que tiene la condición de coincidencia que coincide con el paquete recibido en donde las múltiples veces del número preestablecido de veces de búsqueda se realizan en la misma tabla de entre la una o más tablas de flujo según es especificado por la instrucción de bucle preestablecida.

FIG. 1

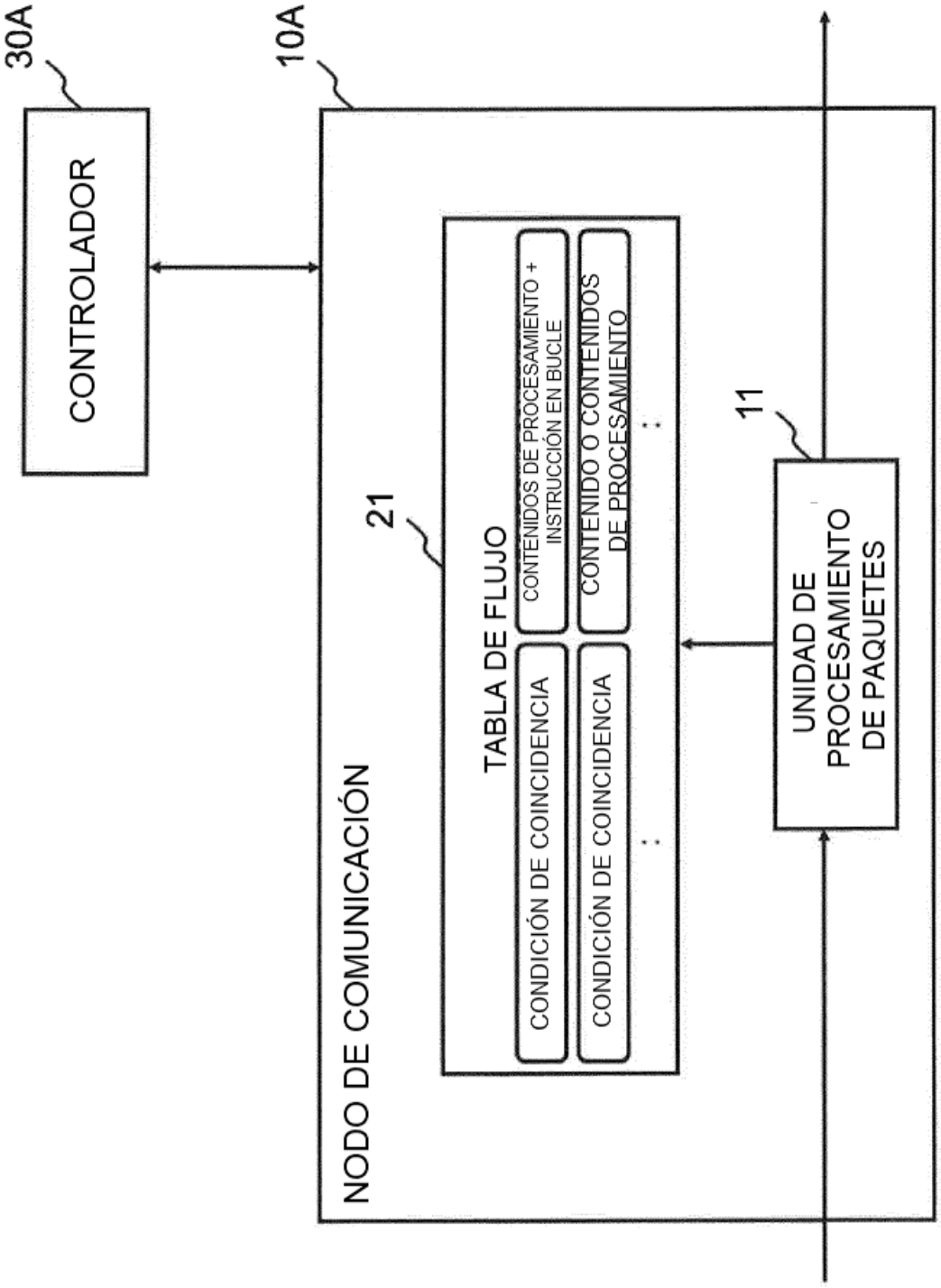
30A
CONTROLADOR
10A
NODO DE COMUNICACIÓN
21
TABLA DE FLUJO
CONDICIÓN DE COINCIDENCIA
CONTENIDOS DE PROCESAMIENTO + INSTRUCCIÓN EN BUCLE
CONDICIÓN DE COINCIDENCIA
CONTENIDO O CONTENIDOS DE PROCESAMIENTO
11
UNIDAD DE PROCESAMIENTO DE PAQUETES

FIG. 2

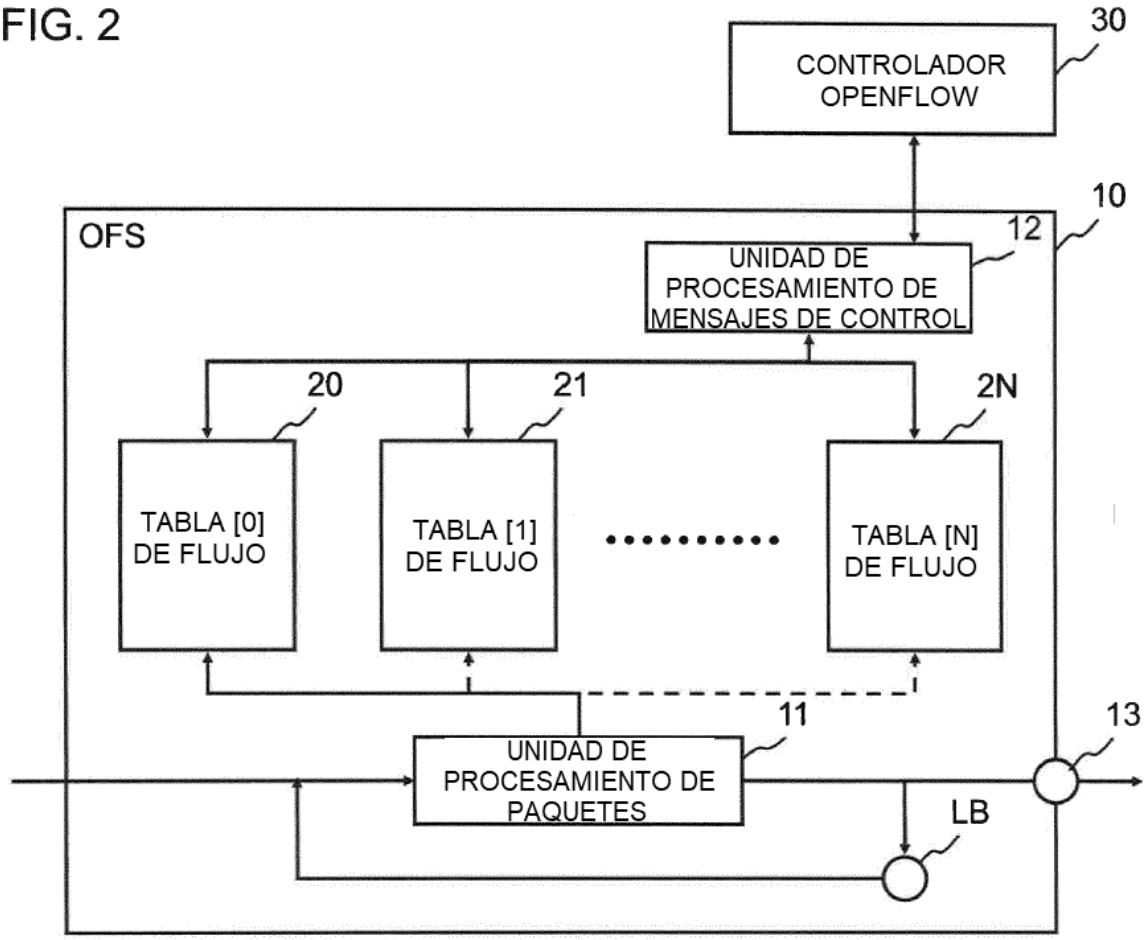
CONTROLADOR OPENFLOW
30
OFS
10
12
UNIDAD DE PROCESAMIENTO DE MENSAJES DE CONTROL
20
21
2N
TABLA [0] DE FLUJO
TABLA [1] DE FLUJO
TABLA [N] DE FLUJO
11
13
UNIDAD DE PROCESAMIENTO DE PAQUETES
LB

FIG. 3

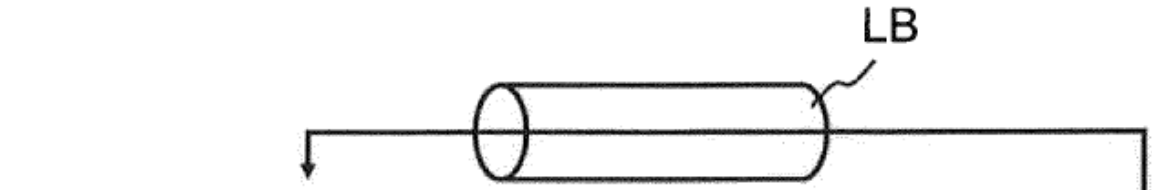


TABLA [0] DE FLUJO

| CONDICIÓN DE COINCIDENCIA | INSTRUCCIÓN |
|---|---|
| FLUJO A & Meta = 0 | Puerto#A de Salida que incluye Tabla Ir a #0 |
| FLUJO A & Meta = 1 | Establecer ID VLAN & Puerto#B de Salida que incluye Tabla Ir a #0 |
| FLUJO B | .... |
| | |
| | |

FIG. 4

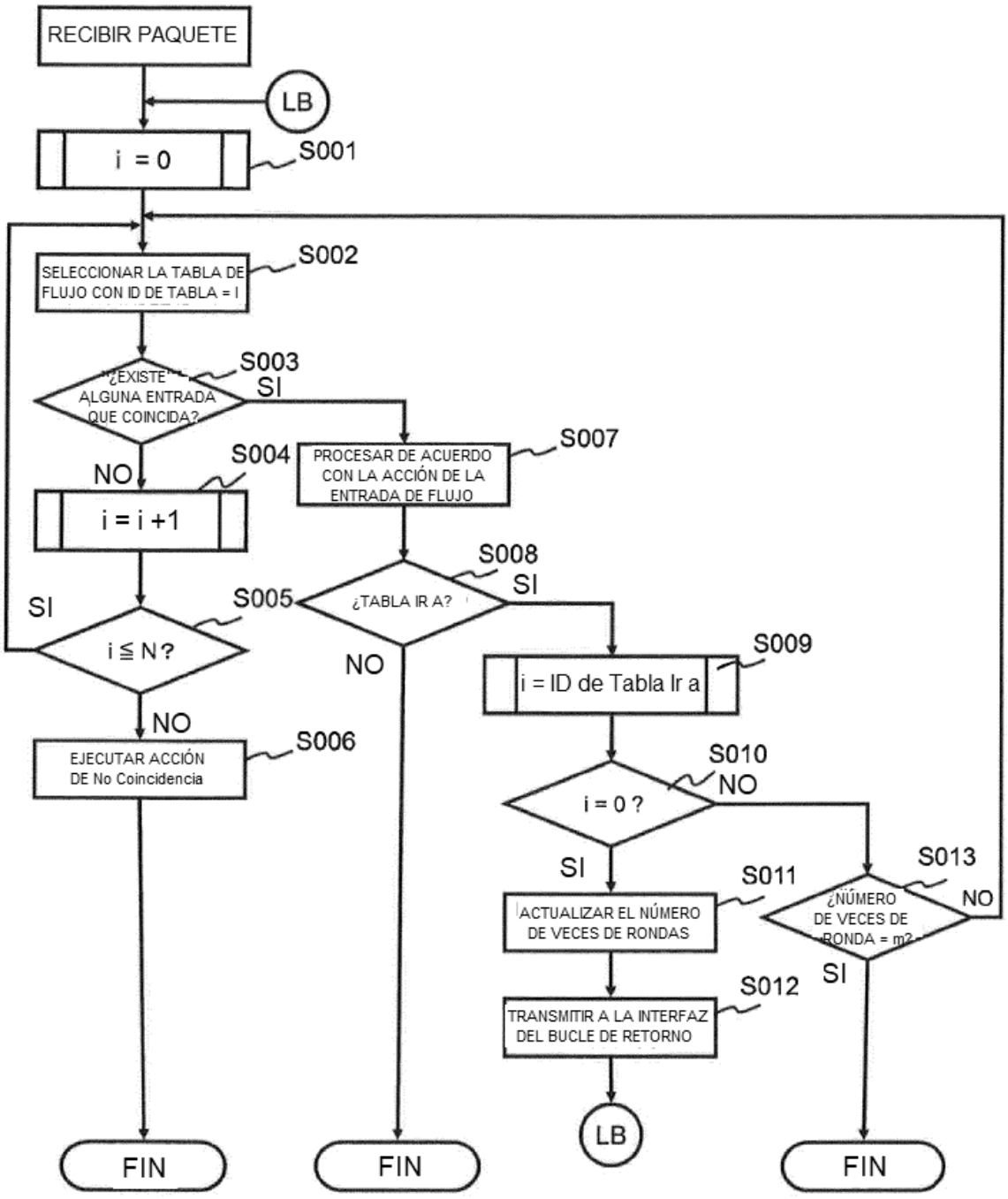
RECIBIR PAQUETE
LB
i = 0
S001
SELECCIONAR LA TABLA DE FLUJO CON ID DE TABLA = I
S002
¿EXISTE ALGUNA ENTRADA QUE COINCIDA?
S003
SI
NO
S004
i = i +1
SI
S005
i ≦ N?
NO
EJECUTAR ACCIÓN DE No Coincidencia
S006
FIN
PROCESAR DE ACUERDO CON LA ACCIÓN DE LA ENTRADA DE FLUJO
S007
S008
¿TABLA IR A?
SI
NO
i = ID de Tabla Ir a
S009
S010
i = 0 ?
NO
SI
ACTUALIZAR EL NÚMERO DE VECES DE RONDAS
S011
S012
TRANSMITIR A LA INTERFAZ DEL BUCLE DE RETORNO
LB
FIN
S013
¿NÚMERO DE VECES DE RONDA = m?
NO
SI
FIN

FIG. 5

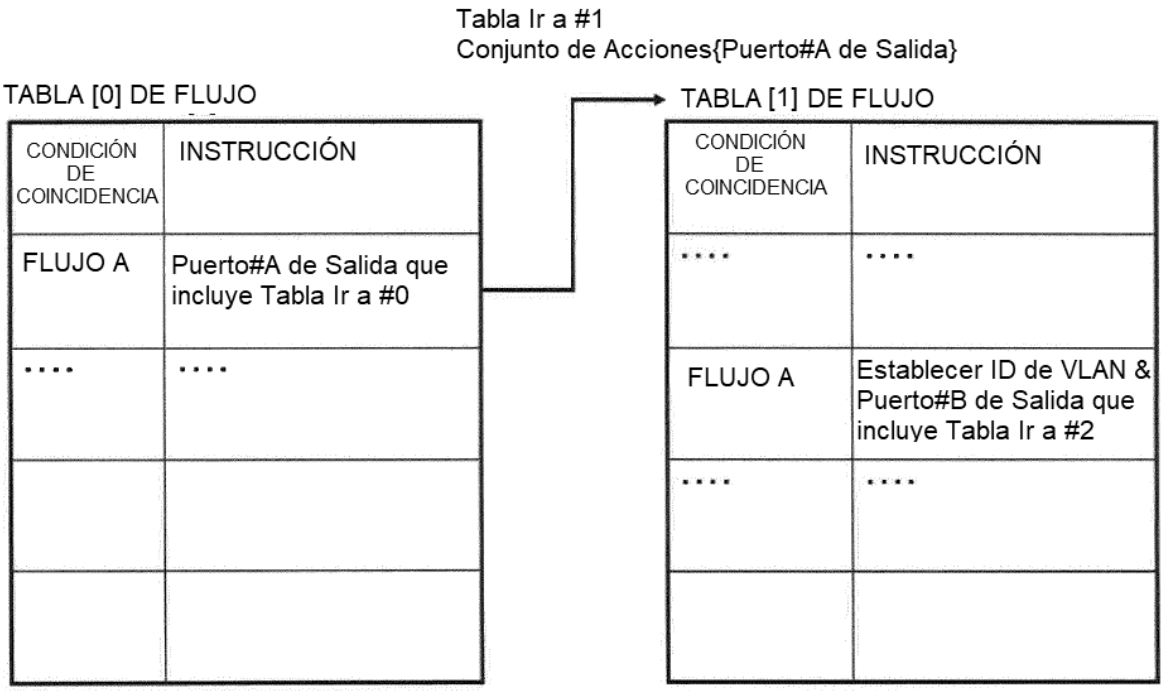
Tabla Ir a #1
Conjunto de Acciones{Puerto#A de Salida}
TABLA [0] DE FLUJO
CONDICIÓN DE COINCIDENCIA
INSTRUCCIÓN
FLUJO A
Puerto#A de Salida que incluye Tabla Ir a #0
TABLA [1] DE FLUJO
CONDICIÓN DE COINCIDENCIA
INSTRUCCIÓN
FLUJO A
Establecer ID de VLAN & Puerto#B de Salida que incluye Tabla Ir a #2