

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 638**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/24** (2006.01)

**H04L 12/70** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.07.2011 PCT/JP2011/066524**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.03.2012 WO12032864**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2011 E 11823343 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2615781**

54 Título: **Sistema de conmutación, procedimiento de control de conmutación y medio de memoria**

30 Prioridad:

**08.09.2010 JP 2010200690**

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

**27.10.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SUZUKI YOJI;  
TAKASHIMA MASANORI;  
KUBOTA KAZUSHI;  
IZAWA TETSU y  
HAYASHI MASASHI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 639 638 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 de conmutación, procedimiento de control de conmutación y medio de memoria

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un sistema de conmutación y, en particular, a un sistema de conmutación en el que cada conmutador tiene una pluralidad de tablas.

**Técnica anterior**

Con el fin de controlar una ruta de comunicación en un sistema de red, recientemente se ha desarrollado un procedimiento de control de ruta que adopta una técnica OpenFlow como un protocolo de control para equipos de comunicación. Una red cuya ruta es controlada según la técnica OpenFlow se denomina una red OpenFlow.

10 En la red OpenFlow, un controlador, tal como un OFC (OpenFlow Controller, controlador OpenFlow), opera cada tabla OpenFlow de un conmutador, tal como OFS (OpenFlow Switch, conmutador OpenFlow), para controlar los comportamientos de los conmutadores. El controlador está conectado al conmutador a través de un canal seguro (Secure Channel) para controlar el conmutador usando un mensaje de control adaptado a un protocolo OpenFlow.

15 El conmutador en la red OpenFlow es un conmutador de borde o un conmutador de núcleo que constituye la red OpenFlow y está bajo el control del controlador. Una serie de tipos de procesamiento de un paquete desde la recepción del paquete en un conmutador de borde en el lado de entrada en la red OpenFlow hasta la transmisión del paquete en un conmutador de borde en el lado de salida en la red OpenFlow se denomina flujo.

20 La tabla OpenFlow es una tabla en la que se registra una entrada de flujo que define un contenido de procesamiento (acción) predeterminado a realizar sobre un paquete (datos de comunicación) en función de una condición (regla) de coincidencia predeterminada.

25 La regla de la entrada de flujo se define según diversas combinaciones de parte o de la totalidad de entre una dirección de destino, una dirección de origen, un puerto de destino y un puerto de origen, que están incluidos en un campo de cabecera de cada capa de jerarquía de protocolo en el paquete, y pueden distinguirse unos de otros. Las direcciones indicadas anteriormente incluyen una dirección MAC (Media Access Control Address, dirección de control de acceso al medio) y una dirección IP (Internet Protocol Address, dirección de protocolo de internet). Además, la información acerca de un puerto de entrada puede ser usada también como la regla de la entrada de flujo.

30 La acción de la entrada de flujo indica una operación tal como "salida a un puerto particular", "descartar" y "reescribir una cabecera". Por ejemplo, cuando la información de identificación de un puerto de salida (por ejemplo, el número de puerto de salida) es presentada en la acción de la entrada de flujo, el conmutador emite un paquete al puerto, y cuando no se presenta la información de identificación del puerto de salida, el conmutador descarta el paquete. De manera alternativa, cuando la información de cabecera es presentada en la acción de la entrada de flujo, el conmutador re-escribe una cabecera del paquete en base a la información de cabecera.

El conmutador en la red OpenFlow ejecuta la acción de la entrada de flujo sobre un grupo de paquetes (secuencia de paquetes) que se ajusta a una regla de la entrada de flujo.

35 Los detalles del conmutador OpenFlow se describen en "The OpenFlow Switch Consortium" <http://www.openflowswitch.org/> y "OpenFlow Switch Specification Version 0.9.0 (Wire Protocol 0x98) July 20, 2009, Current Maintainer: Brandon Heller (brandonh@stanford.edu)" <http://www.openflowswitch.org/documents/openflowspec-v0.9.0.pdf>.

40 Se requiere una tabla OpenFlow de gran capacidad para controlar una gran cantidad de flujo en la red. En las presentes circunstancias, la TCAM (Ternary Content Addressable Memory, memoria direccionable de contenido ternario) usada para la tabla OpenFlow no tiene una gran capacidad y, por lo tanto, no se garantiza una cantidad de capacidad necesaria y suficiente. Además, es difícil aumentar la capacidad de cada tabla (principalmente TCAM) del conmutador usado en la tabla OpenFlow.

45 Como uno de los procedimientos para resolver el problema indicado anteriormente, puede usarse una TCAM externa, pero esto supone costes. Por otra parte, en equipos para transferencia de alta velocidad tales como 10G multi-puerto (equipo de red que tiene una pluralidad de puertos, que puede corresponder a una velocidad de transferencia de datos de 10G bit/segundo), no puede emplearse la TCAM externa. En la actualidad, no hay ninguna TCAM externa capaz de operar en el conmutador 10G.

50 El control de las tablas de flujo se conoce a partir de los documentos de patente EP0993153, JP2006101343, JP2003-304293 y WO2005/060176.

Los presentes inventores han apreciado que sería deseable realizar una extensión del número de entradas de una tabla OpenFlow usando las tablas en un conmutador como recursos existentes.

**Sumario de la invención**

5 Un sistema de conmutación de la presente invención incluye: una sección de funcionamiento OpenFlow que configura una tabla de flujo abierto combinando lógicamente una pluralidad de tablas, cada una de las cuales define el procesamiento a un paquete de recepción predeterminado, en base a una condición y un contenido de procesamiento que están definidos en cada tabla, y que hace referencia a la tabla de flujo de apertura para determinar el contenido de procesamiento al paquete de recepción; y una sección de funcionamiento de acción que ejecuta el procesamiento al paquete de recepción en base al contenido de procesamiento determinado. La sección de funcionamiento OpenFlow incluye: una sección de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla que está adaptada para buscar una tabla L2, una tabla L3 y la otra tabla de entre dicha pluralidad de tablas en base al paquete de recepción y para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda; una sección de funcionamiento de búsqueda TCAM (Ternary Content Addressable Memory), que está adaptada para buscar en la TCAM de dicha pluralidad de tablas en base al paquete de recepción y para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda; y una sección de resolución de procesamiento OpenFlow que define prioridades de la TCAM, la tabla L2, la tabla L3 y la otra tabla y que está adaptada para recibir los resultados de búsqueda desde dicha sección de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla y dicha sección de funcionamiento de búsqueda TCAM, y para determinar la entrada a adoptar en base a las prioridades, y para determinar el contenido de procesamiento al paquete de recepción.

20 Un procedimiento de control de conmutación de la presente invención que se ejecuta en un conmutador de flujo abierto y el procedimiento de control de conmutación incluye: configurar una tabla de flujo abierto combinando lógicamente una pluralidad de tablas, cada una de las cuales define el procesamiento a un paquete de recepción, en base a una condición y un contenido de procesamiento definidos en cada tabla; hacer referencia a la tabla de flujo abierto para determinar el contenido de procesamiento al paquete de recepción; y ejecutar el procesamiento del paquete de recepción en base al contenido de procesamiento determinado. El procedimiento de control de conmutación incluye además: buscar una tabla L2, una tabla L3 y otra tabla de entre dicha pluralidad de tablas en base al paquete de recepción para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda; buscar la TCAM (Ternary Content Addressable Memory) en base al paquete de recepción de dicha pluralidad de tablas para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda; y definir las prioridades de la TCAM, la tabla L2, la tabla L3 y las otras tablas, determinar la entrada a adoptar a partir del resultado de la búsqueda de cada tabla en base a las prioridades, y determinar el contenido de procesamiento al paquete de recepción.

30 Un programa según la presente invención es un programa para hacer que un ordenador usado como un conmutador ejecute el procesamiento en el procedimiento de control de conmutación indicado anteriormente. Cabe señalar que el programa según la presente invención puede ser almacenado en una unidad de almacenamiento y un medio de almacenamiento.

35 La presente invención permite al controlador hacer posible el uso de la pluralidad de tablas en el conmutador como una gran capacidad de tabla de flujo abierto.

**Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es un diagrama conceptual que muestra un ejemplo de configuración de un sistema de conmutación según la presente invención;

40 La Fig. 2 es un diagrama conceptual que muestra detalles de una sección de funcionamiento de flujo abierto según una primera realización ejemplar de la presente invención;

La Fig. 3 es un diagrama conceptual que muestra detalles de un dispositivo de resolución de acción de flujo abierto según la primera realización ejemplar de la presente invención;

La Fig. 4 es un diagrama que muestra el esquema de un control de tabla de flujo abierto;

45 La Fig. 5 es un diagrama que muestra los detalles de un ejemplo de un primer tipo de control de tabla de flujo abierto;

La Fig. 6 es un diagrama que muestra los detalles de un ejemplo de un segundo tipo de control de tabla de flujo abierto;

La Fig. 7A es un diagrama que muestra un primer ejemplo de operación del sistema de conmutación en el caso de entrada de paquetes;

50 La Fig. 7B es un diagrama que muestra el primer ejemplo de operación del sistema de conmutación en el caso de la entrada de paquetes;

La Fig. 8A es un diagrama que muestra un segundo ejemplo de operación del sistema de conmutación en caso de entrada de paquetes;

La Fig. 8B es un diagrama que muestra el segundo ejemplo de operación del sistema de conmutación en el caso de la entrada de paquetes;

5 La Fig. 9 es un diagrama que muestra un ejemplo específico del primer tipo de control de tabla de flujo abierto;

La Fig. 10 es un diagrama que muestra un ejemplo específico del segundo procedimiento de control de tabla de flujo abierto;

La Fig. 11 es un diagrama conceptual que muestra detalles de un ejemplo 1 del sistema de conmutación según una segunda realización ejemplar de la presente invención;

10 La Fig. 12 es un diagrama conceptual que muestra detalles de un ejemplo 2 del sistema de conmutación según la segunda realización ejemplar de la presente invención; y

La Fig. 13 es un diagrama conceptual que muestra detalles de un ejemplo 3 del sistema de conmutación según la segunda realización ejemplar de la presente invención.

### **Descripción de las realizaciones ejemplares**

15 [Primera realización ejemplar]

A continuación, se describirá una primera realización ejemplar de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

(Estructura del sistema)

20 Tal como se muestra en la Fig. 1, un sistema de conmutación según la presente invención incluye un controlador 101 y un conmutador 102.

El controlador 101 controla el conmutador 102 en un procesamiento que se ajusta a un protocolo OpenFlow.

(Estructura del conmutador)

25 El conmutador 102 incluye una sección 103 de control de protocolo, un puerto 104 de entrada, una sección 105 de funcionamiento OpenFlow, una sección 108 de funcionamiento heredado, una sección 111 de funcionamiento de acción y un puerto 112 de salida.

La sección 103 de control de protocolo realiza un control de protocolo entre el controlador 101 y el conmutador 102 cuando el controlador 101 realiza una comunicación para controlar el conmutador 102 en el procesamiento que se ajusta al protocolo OpenFlow. La sección 103 de control de protocolo no se proporciona necesariamente en el conmutador 102, y puede proporcionarse en una etapa previa al conmutador 102.

30 El puerto 104 de entrada es una interfaz de entrada de paquetes. El puerto 104 de entrada tiene un puerto válido para OpenFlow y un puerto no válido para OpenFlow. El puerto válido para OpenFlow es un puerto de entrada que se ajusta al protocolo OpenFlow y el puerto no válido para OpenFlow es un puerto de entrada que no se ajusta al protocolo OpenFlow.

La sección 105 de funcionamiento OpenFlow realiza el procesamiento sobre un paquete introducido desde el puerto válido para OpenFlow.

35 La sección 105 de funcionamiento OpenFlow incluye una sección 106 de gestión de tabla OpenFlow y un dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

La sección 106 de gestión de tabla OpenFlow retiene la tabla OpenFlow usada por el conmutador 102. Una acción (acción de procesamiento OpenFlow) para un paquete que se ajusta al protocolo OpenFlow se define en la tabla OpenFlow.

40 El dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow determina la acción del procesamiento OpenFlow en base a un resultado de búsqueda de la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow.

La sección 108 de funcionamiento heredado realiza el procesamiento sobre el paquete introducido desde el puerto no válido para OpenFlow.

La sección 108 de funcionamiento heredado incluye una sección 109 de gestión de tabla heredada y un dispositivo 110 de resolución de acción heredada.

La sección 109 de gestión de tabla heredada es una tabla heredada utilizada por el conmutador 102. La sección 109 de gestión de tabla heredada define una acción (acción de procesamiento heredado) para un paquete (paquete normal y similares) que no se ajusta al protocolo OpenFlow.

5 El dispositivo 110 de resolución de acción heredada determina la acción del procesamiento heredado en base al resultado de búsqueda de la sección 109 de gestión de tabla heredada. En el procesamiento heredado, se usa una función de conmutación normal.

La sección 111 de funcionamiento de acción realiza la acción determinada en la sección 105 de funcionamiento OpenFlow o en la sección 108 de funcionamiento heredado.

El puerto 112 de salida es una interfaz de salida de paquetes.

10 (Diferencias entre el procesamiento OpenFlow y el procesamiento heredado)

En el procesamiento OpenFlow, la ruta de paquetes es controlada mediante un controlador externo. El controlador selecciona una ruta óptima en toda la red. Por el contrario, en el procesamiento heredado, tal como en un conmutador y enrutador normales, una ruta es controlada por distribución autónoma. El conmutador y el enrutador normales determinan un estado de red a partir de la información de su entorno para seleccionar la ruta óptima.

15 En el procesamiento OpenFlow, el paquete puede ser identificado en base a una combinación de hasta 12 tipos de información. Por otra parte, en el procesamiento heredado, el número de tipos de información usados para identificar el paquete es pequeño, tal como una dirección MAC de destino en caso de una red L2 y una dirección IP de destino en el caso de una red L3. Por esta razón, es difícil realizar un control fino del flujo. Por ejemplo, en el procesamiento heredado, un flujo de la misma dirección IP de destino, pero de un número de puerto TCP de origen diferente, es determinado como un flujo diferente y se selecciona una ruta diferente.

20

(Operación completa del sistema de conmutación)

A continuación, se describirá la operación completa del sistema de conmutación de la Fig. 1.

(Entrada de paquetes)

Cuando un nuevo paquete fluye al conmutador 102, el conmutador 102 recibe el paquete en el puerto 104 de entrada.

25 El conmutador 102 comprueba si el puerto 104 de entrada que recibe el paquete es o no el puerto válido para OpenFlow. Por ejemplo, el conmutador 102 comprueba si el puerto 104 de entrada es o no el puerto válido para OpenFlow, haciendo referencia al propio conmutador 102 o a la información de configuración (config) del puerto 104 de entrada.

(Conmutación desde entrada de paquetes a procesamiento OpenFlow)

30 Cuando el puerto de entrada es el puerto válido para OpenFlow, el conmutador 102 pasa el paquete desde el puerto 104 de entrada a la sección 105 de funcionamiento OpenFlow.

(Procesamiento OpenFlow)

La sección 105 de funcionamiento OpenFlow ejecuta el procesamiento de búsqueda sobre el paquete pasado en la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow que retiene una pluralidad de tablas del conmutador 102.

35 A continuación, la sección 105 de funcionamiento OpenFlow determina una acción del paquete en base al resultado de la búsqueda y una prioridad de cada tabla en el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow. La prioridad puede ser referida como un nivel de prioridad.

(Conmutación desde el procesamiento OpenFlow a la ejecución de la acción)

40 Cuando la acción determinada es "Packet-IN" (consultar la acción del paquete al controlador) (por ejemplo, cuando no existe entrada de flujo y la acción no puede ser determinada), la sección 105 de funcionamiento OpenFlow emite una consulta (por ejemplo, transferencia del paquete) al controlador 101 a través de la sección 103 de control de protocolo. Inicialmente, la acción de todos los paquetes distintos de los paquetes destinados al procesamiento heredado puede establecerse a "Packet-IN" sin ninguna condición. La sección 105 de funcionamiento OpenFlow recibe "Packet-OUT" (un resultado a la consulta de acción desde el controlador) como respuesta a la consulta, determina el contenido como la acción del paquete y lo registra en una tabla retenida por la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow. En adelante, la

45 la sección 105 de funcionamiento OpenFlow determina la acción de los paquetes que siguen la misma regla que el paquete indicado anteriormente en el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

La sección 105 de funcionamiento OpenFlow transfiere el paquete a la sección 111 de funcionamiento de acción en base

a la acción determinada. Es decir, una unidad principal que procesa el paquete conmuta desde la sección 105 de funcionamiento OpenFlow a la sección 111 de funcionamiento de acción.

(Conmutación del procesamiento OpenFlow al procesamiento heredado)

5 Cuando la acción determinada es "NORMAL" (procesamiento de paquetes usando la sección 108 de funcionamiento heredado), la sección 105 de funcionamiento OpenFlow pasa el paquete a la sección 108 de funcionamiento heredado. Es decir, la unidad principal que procesa el paquete conmuta desde la sección 105 de funcionamiento OpenFlow a la sección 108 de funcionamiento heredado.

(Conmutación desde la entrada de paquetes al procesamiento heredado)

10 Cuando el puerto 104 de entrada es el puerto no válido para OpenFlow o la acción al paquete determinada de antemano (previamente) en la sección 105 de funcionamiento OpenFlow es "NORMAL", el conmutador 102 pasa el paquete desde el puerto 104 de entrada a la sección 108 de funcionamiento heredado. Es decir, la unidad principal que procesa el paquete conmuta desde el puerto 104 de entrada a la sección 108 de funcionamiento heredado.

(Procesamiento heredado)

15 La sección 108 de funcionamiento heredado ejecuta el procesamiento de búsqueda sobre el paquete recibido en la sección 109 de gestión de tabla heredada configurada de la pluralidad de tablas del conmutador 102.

(Conmutación desde el procesamiento heredado a la ejecución de la acción)

20 A continuación, la sección 108 de funcionamiento heredado determina la acción del paquete en base a un resultado de búsqueda y una prioridad de cada tabla en el dispositivo 110 de resolución de acción heredada. Es decir, la unidad principal que procesa el paquete conmuta desde la sección 108 de funcionamiento heredado a la sección 111 de funcionamiento de acción.

El procesamiento heredado en la sección 108 de funcionamiento heredado al dispositivo 110 de resolución de acción heredada usa una función de conmutación normal y, por lo tanto, se omite una descripción detallada del mismo.

(Ejecución de la acción)

25 La sección 111 de funcionamiento de acción realiza una acción determinada en la sección 105 de funcionamiento OpenFlow o la sección 108 de funcionamiento heredado del paquete.

Como ejemplos de la acción determinada en la sección 105 de funcionamiento OpenFlow, se ejemplifican una re-escritura de la información de cabecera, una salida de un paquete desde un puerto de salida designado y un descarte de un paquete. Como ejemplo de la acción determinada en la sección 108 de funcionamiento heredado, se ejemplifica la transferencia de un paquete por enrutamiento o similar. Sin embargo, la presente invención no se limita a estos ejemplos.

30 Finalmente, cuando la acción a realizar incluye "salida de paquetes", la sección 111 de funcionamiento de acción envía el paquete desde un puerto 112 de salida apropiado según el contenido de la acción.

(Control de la tabla OpenFlow por el controlador)

35 El controlador 101 puede controlar la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow del conmutador 102 mediante la sección 103 de control de protocolo. Aquí, "control de la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow" significa registro/cambio/eliminación/eliminación por lotes y similares de las entradas de flujo en la tabla OpenFlow.

Cada una de las tablas del conmutador 102, que se retienen en la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow para la tabla OpenFlow, no se ajusta necesariamente a todas las operaciones definidas en la especificación de OpenFlow.

40 Por esta razón, el controlador 101 debe controlar la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow en consideración de las funciones que pueden conseguirse mediante las tablas respectivas retenidas por la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow para la tabla OpenFlow (acciones que pueden establecerse).

(Detalles de la sección de funcionamiento OpenFlow)

La Fig. 2 es un diagrama que muestra detalles de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow de la presente invención.

45 La sección 105 de funcionamiento OpenFlow, la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow y la sección 111 de funcionamiento de acción tienen los mismos mecanismos y funciones que los de la Fig. 1.

La sección 105 de funcionamiento OpenFlow incluye la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow y el dispositivo 107 de

resolución de acción OpenFlow.

La sección 106 de gestión de tabla OpenFlow incluye un grupo 113 de tablas y una sección 114 de funcionamiento de búsqueda.

El grupo 113 de tablas es un grupo de tablas que constituye la tabla OpenFlow.

5 La sección 114 de funcionamiento de búsqueda busca datos de un paquete introducido en base al grupo 113 de tablas.

La sección 114 de funcionamiento de búsqueda incluye una sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF) y una sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF).

"OF" es una abreviatura de "OpenFlow".

10 La sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF) hace referencia a una tabla L2 (OF), una tabla L3 (OF) y otra tabla (OF) para que el paquete introducido busque una entrada. Una tabla de enrutamiento "multicast" se ejemplifica como un ejemplo de la otra tabla (OF). Es decir, la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF) busca las tablas para el paquete introducido en unidades de protocolos.

15 La sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) se refiere a TCAM (OF) para que el paquete introducido busque una entrada. Es decir, la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) busca TCAM para el paquete introducido.

(Operaciones de la sección de funcionamiento OpenFlow)

A continuación, se describirán las operaciones de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow mostrada en la Fig. 2.

El puerto 104 de entrada pasa el paquete introducido desde el puerto válido para OpenFlow a la sección 105 de funcionamiento OpenFlow.

20 La sección 105 de funcionamiento OpenFlow ejecuta el procesamiento de búsqueda en el paquete pasado en la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow configurada de la pluralidad de tablas del conmutador 102.

En este momento, la sección 114 de funcionamiento de búsqueda de la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow realiza el procesamiento de búsqueda en base a la información de entrada registrada en el grupo 113 de tablas que constituye la tabla OpenFlow.

25 Específicamente, en la sección 114 de funcionamiento de búsqueda, la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF) realiza primero el procesamiento de búsqueda y, a continuación, la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) realiza el procesamiento de búsqueda.

La sección 114 de funcionamiento de búsqueda pasa el resultado de búsqueda al dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

30 El dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow determina la acción del paquete en base al resultado de búsqueda y la prioridad de cada tabla.

(Ejemplo de hardware)

A continuación, se describirán ejemplos específicos de hardware para realizar el sistema de conmutación según la presente invención.

35 Como un ejemplo del controlador 101, se ejemplifica un ordenador, tal como un PC (Personal Computer, ordenador personal), una estación de trabajo, un ordenador central o servidor y un superordenador. El controlador 101 puede ser una placa de extensión montada en el ordenador o una máquina virtual (Virtual Machine (VM)) construida en una máquina física.

40 Como un ejemplo del conmutador 102, se ejemplifican un conmutador L3 (conmutador de capa 3), un conmutador L4 (conmutador de capa 4), un conmutador L7/conmutador de aplicación L7 (conmutador de capa 7) o un conmutador de red (conmutador de red) tal como un conmutador multi-capas. Además, como un ejemplo del conmutador 102, se ejemplifican un enrutador (enrutador), un proxy (proxy), una pasarela (gateway), un cortafuegos, un equilibrador de carga (dispositivo de distribución de carga), un controlador de banda/controlador de monitor de seguridad (controlador de acceso), una estación base, un punto de acceso (Access Point, AP), un satélite de comunicación (Communication Satellite, CS) y un ordenador que tiene una pluralidad de puertos de comunicación.

45 La sección 103 de control de protocolo, la sección 105 de funcionamiento OpenFlow, la sección 106 de gestión de tabla

OpenFlow, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow, la sección 108 de funcionamiento heredado, la sección 109 de gestión de tabla heredada, el dispositivo 110 de resolución de acción heredado y la sección 111 de funcionamiento de acción son implementados por un procesador que ejecuta un programa y ejecuta un procesamiento predeterminado, y una memoria que almacena el programa y diversos tipos de datos.

5 Como un ejemplo del procesador indicado anteriormente, se ejemplifican una CPU (Central Processing Unit, unidad de procesamiento central), un procesador de red (Network Processor, NP), un microprocesador, un microcontrolador o un circuito integrado semiconductor (Integrated Circuit, (IC)) que tienen una función dedicada.

10 Como un ejemplo de la memoria indicada anteriormente, se ejemplifican una RAM (Random Access Memory, memoria de acceso aleatorio), un dispositivo de almacenamiento semiconductor tal como una ROM (Read Only Memory, memoria de solo lectura), una EEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory, memoria de solo lectura borrrable y programable eléctricamente) y una memoria flash, un dispositivo de almacenamiento auxiliar, tal como un HDD (Hard Disk Drive, unidad de disco duro) y una SSD (Solid State Drive, unidad de estado sólido), un disco extraíble, tal como un DVD (Digital Versatile Disk, disco versátil digital) y un medio de almacenamiento (medio), tal como una tarjeta de memoria SD (Secure Digital) (tarjeta de memoria digital segura). Puede adoptarse una memoria intermedia y un registro. De manera alternativa, puede adoptarse un dispositivo de almacenamiento que use DAS (Direct Attached Storage, almacenamiento de conexión directa), FC-SAN (Fibre Channel – Storage Area Network, red de área de almacenamiento basada en tecnología Fibre Channel), NAS (Network Attached Storage, almacenamiento conectado en red), IP-SAN (red de área de almacenamiento basada en IP) y similares.

20 El procesador y la memoria pueden estar integrados. Por ejemplo, en los últimos años, el microordenador y similares han sido integrados en un chip. Por consiguiente, un microordenador de 1 chip montado en un equipo electrónico puede estar provisto del procesador y la memoria.

25 De manera alternativa, cada una de entre la sección 103 de control de protocolo, la sección 105 de funcionamiento OpenFlow, la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow, la sección 108 de funcionamiento heredado, la sección 109 de gestión de tabla heredada, el dispositivo 110 de resolución de acción heredado, la sección 111 de funcionamiento de acción puede ser una placa de extensión montada en un ordenador o una máquina virtual (VM) construida en una máquina física.

30 Como un ejemplo del puerto 104 de entrada y del puerto 112 de salida, pueden ejemplificarse un circuito integrado semiconductor tal como una placa que se ajusta a la comunicación en red (placa madre o tarjeta de E/S), un adaptador de red tal como una NIC (Network Interface Card, tarjeta de interfaz de red) o tarjetas de extensión similares, un dispositivo de comunicación tal como una antena y un puerto de comunicación tal como un puerto de conexión (conector).

35 Además, un ejemplo de la red usada por el puerto 104 de entrada y el puerto 112 de salida, se ejemplifican Internet, una LAN (Local Area Network, red de área local), una LAN inalámbrica (LAN inalámbrica), una WAN (Wide Area Network, red de área amplia), una red troncal (Backbone), una línea de televisión por cable (CATV), una red de telefonía fija, una red de telefonía móvil, WiMAX (IEEE 802.16a), 3G (tercera generación), una línea arrendada, IrDA (Infrared Data Association, asociación de datos por infrarrojos) Bluetooth (marca registrada), una línea de comunicación en serie y un bus de datos.

40 Cabe señalar que cada uno de entre la sección 103 de control de protocolo, la sección 105 de funcionamiento OpenFlow, la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow, la sección 108 de funcionamiento heredado, la sección 109 de gestión de tabla heredada, el dispositivo 110 de resolución de acción heredado, y la sección 111 de funcionamiento de acción puede ser un módulo (módulo), un componente (componente) o un dispositivo dedicado, o inician (mediante llamada) un programa.

Sin embargo, la presente invención no se limita a estos ejemplos.

(Detalles del dispositivo de resolución de acción OpenFlow)

La Fig. 3 es un diagrama que muestra los detalles del dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow de la presente invención.

45 El dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) tienen el mismo mecanismo y la misma función que los de la Fig. 2.

El dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow se implementa como una parte de la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) ajustando la asignación de entrada de TCAM (OF).

50 Por esta razón, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) constituyen sustancialmente un bloque de función (dispositivo de resolución de acción OpenFlow y búsqueda TCAM (OF)). El bloque de función tiene una prioridad 117 inter-tablas y una entrada 118 en la TCAM (OF).



La prioridad 117 inter-tablas indica una prioridad de acción esperada. La entrada 118 en TCAM (OF) indica la asignación de entrada en TCAM (OF) correspondiente a la prioridad.

5 La entrada 118 en TCAM (OF) incluye un grupo 119 de entrada de búsqueda TCAM (OF), una entrada 120 que hace referencia al resultado de búsqueda de tabla L2 (OF), una entrada 121 que hace referencia al resultado de búsqueda de tabla L3 (OF), una entrada 122 que hace referencia al resultado de búsqueda de otra tabla, y una entrada 123 de no coincidencia.

10 El grupo 119 de entrada de búsqueda TCAM (OF) es un conjunto de entradas para conseguir la búsqueda TCAM (OF) en la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF). La entrada 120 que hace referencia al resultado de la búsqueda de tabla L2 (OF) es una entrada para hacer referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L2 (OF). La entrada 121 que hace referencia al resultado de la búsqueda de tabla L3 (OF) es una entrada para hacer referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L3 (OF). La otra entrada 122 que hace referencia al resultado de la búsqueda de la tabla (OF) es una entrada para hacer referencia al resultado de la búsqueda de la otra tabla (OF). La entrada 123 de no coincidencia es una entrada para tratar como "sin coincidencia" un paquete que no está asociado con ninguna entrada. Es decir, son entradas que definen las acciones respectivas indicadas anteriormente.

15 (Operación del dispositivo de resolución de acción OpenFlow)

A continuación, se describirá una operación del dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow en la Fig. 3.

20 Como la orden de búsqueda en la tabla OpenFlow, finalmente, la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) realiza una búsqueda. Cabe señalar que en la búsqueda por parte de la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF), el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow puede implementarse ajustando la asignación de entrada de TCAM (OF) en el conmutador de manera que pueda hacer referencia al resultado de búsqueda de las tablas L2/L3/otras.

Por ejemplo, la prioridad de acción esperada para cada tabla tal como en la prioridad 117 inter-tablas puede ser gestionada realizando un mapeo como en la entrada 118 en TCAM (OF).

25 En el caso de un ejemplo mostrado en la Fig. 3, la prioridad 117 de acción se convierte en "completamente compatible (equivalente a TCAM (OF))", "compatible con L2 (equivalente a tabla L2 (OF))", "compatible con L3 (equivalente a la tabla L3 (OF))", "compatible con otra (equivalente a otra tabla)" desde la prioridad más alta.

30 Usando como asignación de entrada en TCAM (OF), el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow puede disponer el "grupo 119 de entrada de realización de la función de búsqueda TCAM (OF)", la "entrada 120 que hace referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L2 (OF)", la "entrada 121 que hace referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L3 (OF)", la "entrada 122 que hace referencia al resultado de la búsqueda de otra tabla (OF)", y la "entrada 123 de no coincidencia" en este orden a partir de la prioridad de búsqueda de TCAM (OF) más alta.

(Grupo de entrada de búsqueda TCAM (OF))

35 El grupo 119 de entrada de realización de la función de búsqueda TCAM (OF) es un grupo de entrada para realizar la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) para la función de búsqueda. Cuando un paquete introducido coincide con cualquier entrada del grupo 119 de entrada de realización de la función de búsqueda TCAM (OF), el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow selecciona la acción de la entrada como la acción para el paquete.

(Entrada que hace referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L2 (OF))

40 Se determina que la entrada 120 que hace referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L2 (OF) es coincidente en base al resultado de una búsqueda anterior de la tabla L2 (OF), cuando existe la entrada correspondiente a un paquete introducido en la tabla L2 (OF).

Por ejemplo, cuando la entrada correspondiente a un paquete introducido existe en la búsqueda de la tabla L2 (OF), se establece un indicador "X = 1" y cuando se ha establecido el indicador "X = 1", la entrada se determina como coincidente, en la entrada 120 que hace referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L2 (OF).

45 Cuando se determina que la entrada 120 que hace referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L2 (OF) es coincidente, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow selecciona la acción de la entrada de la tabla L2 (OF) como una acción para el paquete.

(Entrada que hace referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L3 (OF))

Se determina que la entrada 121 que hace referencia al resultado de la búsqueda es coincidente, en base al resultado de una búsqueda anterior de la tabla L3 (OF) cuando la entrada correspondiente a un paquete introducido existe en la tabla

L3 (OF).

Por ejemplo, se establece un indicador "Y = 1" cuando la entrada correspondiente a un paquete introducido existe en la búsqueda de la tabla L3 (OF), y cuando se ha establecido el indicador "Y = 1", se determina que la entrada es coincidente en la entrada 121 que hace referencia al resultado de la búsqueda en la tabla L3 (OF) en TCAM (OF).

- 5 Cuando se determina que la entrada 121 que hace referencia al resultado de la búsqueda de la tabla L3 (OF) es coincidente, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow selecciona la acción de la entrada de la tabla L3 (OF) como una acción para el paquete.

(Entrada que hace referencia al resultado de la búsqueda de otra tabla (OF))

- 10 Se determina que la entrada 122 que hace referencia al resultado de la búsqueda es coincidente en base al resultado de una búsqueda anterior de la otra tabla (OF), cuando la entrada correspondiente a un paquete introducido existe en la otra tabla (OF).

Por ejemplo, cuando la entrada correspondiente al paquete introducido existe en la búsqueda de la otra tabla (OF), se establece un indicador "Z = 1" y, cuando se ha establecido el indicador "Z = 1", la entrada se determina que es coincidente en el otro resultado de búsqueda de la tabla (OF) que hace referencia a la entrada 122 de TCAM (OF).

- 15 Cuando se determina que la entrada 122 que hace referencia al resultado de la búsqueda de otra tabla (OF) es coincidencia, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow selecciona la acción de la entrada de la otra tabla (OF) como una acción para el paquete.

(Entrada de no coincidencia)

- 20 La entrada 123 de no coincidencia es una entrada que se determina que es coincidente cuando el paquete introducido no coincide con ninguna entrada TCAM (OF).

En este caso, la entrada 123 de no coincidencia es una entrada con la que coincide un paquete que tiene cualquier patrón. Cuando el paquete introducido no coincide con ninguna entrada TCAM (OF) y sólo coincide con la entrada 123 de no coincidencia, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow selecciona "Packet-IN" (consulta de la acción del paquete al controlador) o "NORMAL" (procesamiento de paquetes usando la sección de funcionamiento heredado) como una acción para el paquete según la configuración de OpenFlow.

25

Cuando el usuario intenta cambiar la prioridad de acción de cada tabla, puede cambiarse el orden de la entrada en TCAM (OF).

(Sumario del control de la tabla OpenFlow)

- 30 La Fig. 4 es una vista esquemática que muestra el control de la tabla OpenFlow por parte del controlador según la presente invención. El controlador 101, el conmutador 102, la sección 103 de control de protocolo y el grupo 113 de tablas tienen el mismo mecanismo y la misma función que los de la Fig. 1 y la Fig. 2.

El conmutador 102 incluye una TCAM 124, una tabla 125 L2, una tabla 126 L3 y otra tabla 127.

- 35 La TCAM 124 incluye TCAM (OF) y TCAM (heredada). La tabla 125 L2 incluye una tabla L2 (OF) y una tabla L2 (heredada). La tabla 126 L3 incluye una tabla L3 (OF) y una tabla L3 (heredada). La otra tabla 127 incluye otra tabla (OF) y otra tabla (heredada).

La TCAM (OF), la tabla L2 (OF), la tabla L3 (OF) y la otra tabla (OF) constituyen la tabla OpenFlow.

La TCAM (heredada), la tabla L2 (heredada), la tabla L3 (heredada) y la otra tabla (heredada) constituyen la tabla heredada.

Generalmente, la TCAM 124, la tabla 125 L2, la tabla 126 L3 y la otra tabla 127 en el conmutador 102 es una tabla física.

- 40 El conmutador 102 según la presente invención tiene una función de dividir lógicamente una tabla física única (la TCAM 124, la tabla 125 L2, la tabla 126 L3 y la otra tabla 127) en el grupo 113 de tablas que constituye la tabla OpenFlow y el grupo 128 de tablas que constituye la tabla heredada. Es decir, el conmutador 102 divide e integra lógicamente una tabla física (la TCAM 124, la tabla 125 L2, la tabla 126 L3 y la otra tabla 127) en base a las condiciones y contenidos de procesamiento que están definidos para cada tabla, a Construya la tabla OpenFlow (grupo 113 de tablas) y la tabla heredada (grupo 128 de tablas).

45

El grupo 113 de tablas que constituye la tabla OpenFlow incluye la TCAM (OF), la tabla L2 (OF), la tabla L3 (OF) y otras tablas (OF).

El grupo 128 de tablas que constituye la tabla heredada incluye TCAM (heredada), una tabla L2 (heredada), una tabla L3 (heredada) y otra tabla (heredada).

(Sumario del control de la tabla Open Flow)

A continuación, se describirá el sumario del control de la tabla OpenFlow por parte del controlador en la Fig. 4.

5 El controlador 101 puede controlar la tabla de Open Flow del conmutador 102 mediante la sección 103 de control de protocolo.

Generalmente, cada una de las TCAM 124, la tabla 125 L2, la tabla 126 L3 y la otra tabla 127 en el conmutador es una sola tabla física.

10 El conmutador según la presente invención tiene una función de recortar y usar una parte del recurso de tabla para OpenFlow y construir lógicamente el grupo 113 de tablas que constituye la tabla OpenFlow y el grupo 128 de tablas que constituye la tabla heredada. Es decir, el conmutador 102 construye la tabla lógica OpenFlow (grupo 113 de tablas) y la tabla heredada (grupo 128 de tablas) en base a la TCAM 124, la tabla 125 L2, la tabla 126 L3 y la otra tabla 127.

Las tablas que constituyen la tabla OpenFlow tienen diferentes funciones OpenFlow factibles.

15 Por esta razón, el controlador 101 debe realizar el control de tabla OpenFlow teniendo en consideración "1: ¿Qué función OpenFlow puede realizarse en cada tabla?" y "2: ¿A qué tabla que constituye la tabla OpenFlow pertenece la entrada a controlar?"

20 Con respecto el punto "1", por ejemplo, "el controlador tiene un mecanismo siguiente: una función que puede conseguirse en cada tabla es introducida previamente (entrada) y se devuelve un error cuando se intenta otro tipo de control" y "el conmutador tiene un mecanismo siguiente: se devuelve un error para un comando de control desde el controlador, cuando la tabla de destino no tiene la función correspondiente al control".

Con respecto al punto "2", por ejemplo, "un cierto intervalo de la prioridad (0-64k) en la tabla OpenFlow es asignada a cada tabla, y la tabla a usar se determina en base al intervalo de prioridades, cuando el controlador realiza el control", o "un ID es asignado a cada tabla que constituye la tabla OpenFlow, la tabla a usar se determina en base al ID cuando el controlador realiza el control".

25 (Detalles del control de la tabla OpenFlow (1))

La Fig. 5 es un diagrama que muestra detalles de un ejemplo de un primer procedimiento de control de tabla OpenFlow por parte del controlador según la presente invención. Aquí, se describirá un caso de designación de una tabla usando un intervalo de prioridades.

30 El controlador 101, el conmutador 102, la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow y el grupo 113 de tablas tienen el mismo mecanismo y la misma función que los de las Figs. 1 y 2.

La sección 106 de gestión de tabla OpenFlow de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow asigna el intervalo de prioridades a cada tabla del grupo 113 de tablas que constituye la tabla OpenFlow.

En caso de designar la tabla en base al intervalo de prioridades, los intervalos de prioridades de las tablas no deben superponerse. Un total de los intervalos de prioridades no debe exceder el intervalo de prioridades prescrito en OpenFlow.

35 El controlador 101 designa la tabla en base a un valor en el intervalo de prioridades asignado a cada tabla.

La sección 106 de gestión de tabla OpenFlow de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow determina una tabla a usar en base al valor en el intervalo de prioridades, que es designado por el controlador 101.

(Detalles de control de la tabla OpenFlow (2))

40 La Fig. 6 es un diagrama que muestra detalles de un ejemplo de un segundo procedimiento de control de tabla OpenFlow por parte del controlador según la presente invención. Aquí, se describirá un caso de designación de una tabla usando un ID de tabla.

El controlador 101, el conmutador 102, la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow y el grupo 113 de tablas tienen el mismo mecanismo y la misma función que los de la Fig. 1 y la Fig. 2.

45 La sección 106 de gestión de tabla OpenFlow de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow asigna un ID 129 de tabla a cada tabla del grupo 113 de tablas que constituye la tabla OpenFlow.

En caso de designar la tabla en base al ID de tabla, los IDs de tabla no deben superponerse. Por otra parte, los intervalos

de prioridades establecidos para las tablas pueden superponerse. Esto es debido a que cada tabla es identificada según el ID 129 de tabla como una tabla individual, y la prioridad de cada tabla es determinada por el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

El controlador 101 designa la tabla según el ID 129 de tabla asignado a cada tabla.

- 5 La sección 106 de gestión de tabla OpenFlow de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow determina la tabla a usar en base a la ID 129 de tabla designada por el controlador 101.

(Ejemplo de operación de procesamiento en la entrada del paquete (1))

- 10 Las Figs. 7A y 7B muestran un primer ejemplo de operación del sistema de conmutación a la entrada de un paquete según la presente invención. En aras de la simplificación, sólo se muestra el bloque de función relacionado con la operación. La etapa S101 a la etapa S107 muestran un flujo de toda la operación desde la entrada del paquete.

(1) Etapa S101

El controlador 101 registra previamente una entrada TCAM (OF) (1) de {Condición de coincidencia: IP de destino = AA, Acción: "Drop"/Omisión} al conmutador 102. El conmutador 102 registra la entrada TCAM (OF) (1) en TCAM (OF) del grupo 113 de tablas.

- 15 La "condición de coincidencia" se define en base a una combinación de información de cabecera opcional de L1 a L4. "Acción" define una acción, tal como reenviar/descartar/reescribir información de cabecera al paquete que cumple con la condición de coincidencia.

(2) Etapa S102

- 20 El controlador 101 registra previamente una entrada de la tabla L3 (OF) (1) de {Condición de coincidencia: IP de destino = AA, Acción: salida desde el Puerto 1} y una entrada de la tabla L3 (OF) (2) de {Condición de coincidencia: IP de destino = BB, Acción: salida desde el Puerto 2} al conmutador 102. El conmutador 102 registra la entrada de la tabla L3 (OF) (1) y la entrada de la tabla L3 (OF) (2) en la tabla L3 (OF) del grupo 113 de tablas.

(3) Etapa S103

- 25 Cuando el paquete del IP de destino = AA fluye hacia el puerto válido para OpenFlow en la entrada del paquete, el puerto 104 de entrada transmite el paquete a la sección 105 de funcionamiento OpenFlow.

(4) Etapa S104

Cuando el paquete del IP de destino = AA fluye hacia el puerto válido para OpenFlow, la sección 105 de funcionamiento OpenFlow procesa el paquete.

(5) Etapa S105

- 30 En primer lugar, en la sección 105 de funcionamiento OpenFlow, la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF) busca el paquete entrante en la tabla L2/L3/otra (OF). En esta búsqueda, el paquete obtiene una coincidencia para la entrada de la tabla L3 (OF) (1).

(6) Etapa S106

- 35 La sección 115 de funcionamiento de búsqueda de L2/L3/otra tabla (OF) informa el resultado de la búsqueda al dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow. En la Fig. 7B, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda de TCAM (OF) se muestran como un bloque de función (búsqueda TCAM (OF) y dispositivo de resolución de acción OpenFlow).

(7) Etapa S107

- 40 La sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) busca el paquete entrante en TCAM (OF). En esta búsqueda, el primer paquete coincide primero con la entrada TCAM (OF) (1). En este momento, se finaliza el procesamiento de búsqueda de TCAM (OF). La sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) informa el resultado de la búsqueda al dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

(8) Etapa S108

- 45 El dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow recibe el resultado de la búsqueda de cada una de entre la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF) y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) y determina la acción para el paquete entrante según la prioridad inter-tablas. Aquí, la prioridad de TCAM (OF) es la más

alta. Por esta razón, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow determina la acción ("Drop") de la entrada TCAM (OF) (1) como la acción para el paquete entrante, e informa la acción determinada ("Drop") a la sección 111 de funcionamiento de acción.

(9) Etapa S109

- 5 La sección 111 de funcionamiento de acción realiza la acción ("Drop") determinada por el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow. Aquí, debido a que la acción es "Drop", la sección 111 de funcionamiento de acción no emite el paquete. La sección 111 de funcionamiento de acción descarta el paquete entrante y los paquetes subsiguientes pertenecientes al mismo flujo.

(Ejemplo de operación de procesamiento en la entrada del paquete (2))

- 10 Las Figs. 8A y 8B muestran un segundo ejemplo de operación del sistema de conmutación en la entrada de un paquete según la presente invención. En aras de la simplificación, sólo se muestran los bloques de función relacionados con la operación. La etapa S201 a la etapa S210 muestran un flujo de toda la operación desde la entrada del paquete.

(1) Etapa S201

- 15 El controlador 101 registra previamente una entrada TCAM (OF) (1) de {Condición de coincidencia: IP de destino = AA, Acción: "Drop"} al conmutador 102. El conmutador 102 registra la entrada TCAM (OF) (1) en TCAM (OF) del grupo 113 de tablas.

(2) Etapa S202

- 20 El controlador 101 registra previamente una entrada de tabla L3 (OF) (1) de {Condición de coincidencia: IP de destino = AA, Acción: salida desde el Puerto 1} y una entrada de tabla L3 (OF) (2) de {Condición de coincidencia: IP de destino = BB, Acción: salida desde el Puerto 2} al conmutador 102. El conmutador 102 registra la entrada de tabla L3 (OF) (1) y la entrada de tabla L3 (OF) (2) en la tabla L3 (OF) del grupo 113 de tablas.

(3) Etapa S203

Cuando el paquete del IP de destino = BB fluye hacia el puerto válido para OpenFlow en la entrada del paquete, el puerto 104 de entrada transmite el paquete a la sección 105 de funcionamiento OpenFlow.

- 25 (4) Etapa S204

Cuando el paquete del IP de destino = BB fluye hacia el puerto válido para Open Flow, la sección 105 de funcionamiento OpenFlow procesa el paquete.

(5) Etapa S205

- 30 En primer lugar, en la sección 105 de funcionamiento OpenFlow, la sección 115 de funcionamiento de búsqueda de L2/L3/otra tabla (OF) busca el paquete en L2/L3/otra tabla (OF). En esta búsqueda, el paquete coincide con la entrada de la tabla L3 (OF) (2).

(6) Etapa S206

- 35 La sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF) informa al dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow del resultado de la búsqueda. En la Fig. 8B, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda de TCAM (OF) se muestran como un bloque de función (búsqueda TCAM (OF) y dispositivo de resolución de acción Open Flow).

(7) Etapa S207

- 40 La sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) busca el paquete entrante en TCAM (OF). Sin embargo, debido a que el paquete entrante es el paquete del IP de destino = BB, no existe ninguna entrada con la que el paquete coincide con cualquier entrada en TCAM (OF). En este momento, se finaliza el procesamiento de búsqueda de TCAM (OF). La sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) informa el resultado de búsqueda al dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow. En este momento, se finaliza el procesamiento de búsqueda de TCAM (OF). La sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) informa el resultado de la búsqueda al dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

- 45 (8) Etapa S208

El dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow recibe el resultado de búsqueda desde cada una de entre la sección

- 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF) y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) y determina una acción para el paquete entrante según la prioridad inter-tablas. Aquí, la entrada de destino existe sólo en la entrada de la tabla L3 (OF) (2). De esta manera, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow determina la acción (salida desde el puerto 2) de la entrada de la tabla L3 (OF) (2) como la acción para el paquete entrante, e informa la acción determinada (salida desde el puerto 2) a la sección 111 de funcionamiento de acción.
- 5
- (9) Etapa S209
- La sección 111 de funcionamiento de acción realiza la acción (salida desde el puerto 2) determinada por el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.
- (10) Etapa S210
- 10 La sección 111 de funcionamiento de acción emite el paquete entrante y los paquetes subsiguientes pertenecientes al mismo flujo, al puerto 112 de salida que tiene el puerto 2.
- (11) Etapa S211
- El puerto 112 de salida emite los paquetes emitidos desde la sección 111 de funcionamiento de acción al puerto 2.
- (12) Etapa S212
- 15 Los paquetes emitidos desde el puerto 2 fluyen hacia la red y son transmitidos hacia el IP de destino = BB.
- En las Figs. 8A y 8B, cuando el paquete entrante coincide con cualquier entrada en la pluralidad de tablas, la sección 115 de funcionamiento de búsqueda de L2/L3/otra tabla (OF) informa todas las entradas coincidentes al dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow como el resultado de la búsqueda. Cuando ningún paquete entrante coincide con ninguna entrada en TCAM (OF) de la prioridad más alta, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow adopta la coincidencia de entrada en la tabla de prioridad más alta entre el resultado de la búsqueda de la sección 115 de funcionamiento de búsqueda de L2/L3/otra tabla (OF).
- 20
- En las Figs. 8A y 8B, cuando el paquete entrante coincide con las entradas en la pluralidad de tablas, la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF) puede informar la entrada que coincide en la tabla de la prioridad más alta en estas tablas, al dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow como el resultado de la búsqueda según la prioridad 117 inter-tablas.
- 25
- (Ejemplo de control de tabla OpenFlow (1))
- La Fig. 9 muestra un ejemplo de un primer procedimiento de control de tabla OpenFlow por parte del controlador en caso de designar la tabla en base al intervalo de prioridades.
- 30 La información 132 de registro es información desde el controlador 101 a la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow del conmutador 102. Un resultado 133 de registro es un resultado de registro del grupo 113 de tablas que constituye la tabla OpenFlow.
- Cuando se supone que el grupo 113 de tablas que constituye la tabla Open Flow es una tabla, el conmutador 102 controla la tabla esperada según la prioridad.
- (1) Etapa S301
- 35 El controlador 101 registra la entrada de {prioridad: 50001, Condición de coincidencia: XXXX, Acción: YYYY} al conmutador 102.
- (2) Etapa S302
- Cuando la entrada es registrada desde el controlador 101, el conmutador 102 selecciona la tabla L2 (OF) como la tabla según la prioridad de la entrada, y registra la entrada en la tabla L2 (OF).
- 40 (Ejemplo de control de tabla OpenFlow (2))
- La Fig. 10 muestra un ejemplo de un segundo procedimiento de control de tabla OpenFlow por parte del controlador en caso de designar la tabla en base al ID de tabla.
- La información 134 de registro es información de registro desde el controlador a la tabla OpenFlow. Un resultado 135 de registro es un resultado de registro para el grupo de tablas que constituye la tabla Open Flow.
- 45 Cuando se supone que las tablas del grupo de tablas que constituyen la tabla OpenFlow son tablas OpenFlow diferentes,

el conmutador 102 controla la tabla esperada según el ID de tabla.

(1) Etapa S401

El controlador 101 registra la entrada de {ID de tabla: #2, prioridad: 1, Condición de coincidencia: XXXX, Acción: YYYY} al conmutador 102.

5 (2) Etapa S402

Cuando la entrada es registrada desde el controlador 101, el conmutador 102 selecciona la tabla L2 (OF) como la tabla según el ID de tabla, y registra la entrada en la tabla L2 (OF).

(Características de la primera realización ejemplar)

10 En esta realización ejemplar, el dispositivo de resolución de acción OpenFlow puede integrar recursos de la pluralidad de tablas y puede comparar las prioridades de las tablas entre sí para resolver la acción.

Por consiguiente, la tabla OpenFlow de gran capacidad puede ser construida usando el recurso de la pluralidad de tablas del conmutador. De esta manera, el conmutador puede controlar una gran cantidad de flujo.

15 En este ejemplo de realización, cada tabla que constituye la tabla OpenFlow puede ser identificada en base al "intervalo de prioridades" en caso de usar la tabla OpenFlow como una tabla OpenFlow de gran capacidad o la "ID de tabla" en caso de usar cada tabla del grupo de tablas que constituyen la tabla OpenFlow como la pluralidad de tablas OpenFlow diferentes.

Por consiguiente, la tabla OpenFlow constituida por la pluralidad de tablas del conmutador puede ser usada como una tabla OpenFlow de gran capacidad o la pluralidad de tablas OpenFlow diferentes. De esta manera, la tabla OpenFlow configurada a partir de la pluralidad de tablas puede ser controlada de manera flexible.

[Segunda realización ejemplar]

20 A continuación, se describirá una segunda realización ejemplar de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. La segunda realización ejemplar es una realización ejemplar del dispositivo de resolución de acción OpenFlow cuando la sección de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) no incluye el dispositivo de resolución de acción OpenFlow.

<Ejemplo 1>

25 La Fig. 11 es un diagrama que muestra detalles de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow cuando la búsqueda es realizada por la "sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF)" y la "sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3 otra tabla (OF)", en este orden.

30 La sección 105 de funcionamiento OpenFlow, la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow, la sección 111 de funcionamiento de acción, el grupo 113 de tablas, la sección 114 de funcionamiento de búsqueda, la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla (OF), y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) tienen el mismo mecanismo y la misma función que los de la Fig. 2.

Con referencia a la Fig. 11, se describirá una operación de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow cuando la búsqueda es realizada por la "sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF)" y la "sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3 otra tabla (OF)", en este orden.

35 La Fig. 11 muestra un caso en el que, en la sección 114 de funcionamiento de búsqueda de la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow, la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) no efectúa finalmente la búsqueda.

En la Fig. 11, debido a que la búsqueda es realizada por la "sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF)" y la "sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3 otra tabla (OF)", en este orden, la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) no puede incluir el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

40 <Ejemplo 2>

La Fig. 12 es un diagrama que muestra detalles de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow cuando la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3 otra tabla (OF) y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda de TCAM (OF) realizan simultáneamente la búsqueda.

45 La sección 105 de funcionamiento Open Flow, la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow, la sección 111 de funcionamiento de acción, el grupo 113 de tablas, la sección 114 de funcionamiento de búsqueda, la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3 otra tabla (OF) y la sección 116 de

funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) tienen el mismo mecanismo y la misma función que los de la Fig. 2.

Con referencia a la Fig. 12, se describirá una operación de la sección 105 de funcionamiento OpenFlow cuando la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3 otra tabla (OF) y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda de TCAM (OF) realizan simultáneamente la búsqueda.

- 5 La Fig. 12 muestra un caso en el que, en la sección 114 de funcionamiento de búsqueda de la sección 106 de gestión de tabla OpenFlow, la sección 116 de funcionamiento de búsqueda de TCAM (OF) no realiza finalmente la búsqueda.

Debido a que la sección 115 de funcionamiento de búsqueda L2/L3 otra tabla (OF) y la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) realizan simultáneamente la búsqueda, la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) no puede incluir el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

- 10 <Ejemplo 3>

La Fig. 13 muestra una realización ejemplar del dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow cuando la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) no puede incluir el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

El dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow y la sección 111 de funcionamiento de acción tienen el mismo mecanismo y la misma función que los de la Fig. 2.

- 15 El dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow incluye una sección 130 de recepción de búsqueda (receptor de búsqueda) y una sección 131 de resolución de proceso (dispositivo de resolución de proceso).

La sección 130 de recepción de búsqueda (receptor de búsqueda) recibe el resultado de la búsqueda de cada tabla. La sección 131 de resolución de proceso (dispositivo de resolución de proceso) determina el procesamiento OpenFlow en base al resultado de la búsqueda de cada tabla.

- 20 Con referencia a la Fig. 13, se describirá una operación del dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow cuando la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) no puede incluir el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow.

Cuando la sección 116 de funcionamiento de búsqueda TCAM (OF) no puede incluir el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow, tal como se muestra en la Fig. 13, el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow está montado en el conmutador 102.

- 25

En el dispositivo 107 de resolución de acción OpenFlow, la sección 130 de recepción de búsqueda (receptor de búsqueda) recibe el resultado de la búsqueda de cada tabla. La sección 131 de resolución de proceso (dispositivo de resolución de proceso) determina la acción de OpenFlow en base al resultado de la búsqueda de cada tabla y la prioridad inter-tablas establecida previamente, e informa la acción determinada a la sección 111 de funcionamiento de acción.

- 30 [Otras realizaciones ejemplares]

Aunque el conmutador 102 se describe como el conmutador OpenFlow en cada una de las realizaciones ejemplares indicadas anteriormente, el conmutador OpenFlow es simplemente un ejemplo. De hecho, el conmutador no está limitado al conmutador OpenFlow, y la presente invención puede aplicarse también a cualquier conmutador que tenga el mismo mecanismo y la misma función que el conmutador OpenFlow.

- 35 <Características de la presente invención>

La presente invención se refiere a un procedimiento para extender la tabla OpenFlow mediante la integración de la pluralidad de tablas.

Según la presente invención, en la tabla OpenFlow constituida por una única tabla (principalmente TCAM) del conmutador, la extensión del número de entradas de flujo en la tabla OpenFlow se consigue construyendo la tabla OpenFlow a partir de la pluralidad de tablas del conmutador.

- 40

En la técnica OpenFlow, una función de transferencia y una función de control han sido montadas en el mismo equipo NW (enrutador/conmutador y similares) y están separadas entre sí, la función de transferencia todavía permanece en el equipo NW y la función de control es remplazada por un controlador externo. El controlador opera de manera remota la tabla OpenFlow en el equipo NW según el protocolo OpenFlow para controlar el comportamiento del equipo NW. La tabla OpenFlow está constituida por un grupo de entradas de flujo que incluye tres tipos de información: {Condición de coincidencia, Acción, Información estadística}. En la técnica OpenFlow, la condición de coincidencia define un flujo a controlar, y la acción y la información estadística pueden adquirirse en unidades de flujos.

- 45

El resumen de {Condición de coincidencia, Acción, Información estadística} de OpenFlow es el siguiente.



(Condición de coincidencia)

5 "Ingress port (puerto de entrada)"/"Src MAC (dirección MAC de origen)"/"Dst MAC (dirección MAC destino)"/"Ether type (tipo/campo)"/"VLAN ID (información de identificación de LAN virtual)"/"VLAN Priority (prioridad de LAN virtual)"/"Src IP (dirección IP de origen)"/"Dst IP (dirección IP de destino)"/"IP protocol (número de protocolo IP)"/"IP ToS (6 bits superiores)"/"Src Port (número de puerto de origen)"/"Dst Port (número de puerto de destino)"

(Acción)

10 "Forward (salida desde el puerto físico)"/"All (salida desde todos los puertos distintos del puerto de entrada)"/"Controller (salida al controlador)"/"Local (salida a la pila local del dispositivo)"/"Table (salida según el contenido en la tabla Open Flow)"/"In\_port (salida desde el puerto de entrada)"/"Normal (salida usando el contenido en la tabla heredada)"/"Flood (salida desde todos los puertos distintos del puerto de entrada y el puerto de bloque de Spanning Tree)"/"Drop (descartar un paquete)"/"Modify-Field (reescribir la información de cabecera del paquete)"

Por ejemplo, en el caso de "Modify-Field", "VLAN ID", "Vlan Priority (Prioridad)", "Src MAC", "Dst MAC", "Src IP", "Dst IP", "IP ToS" "Src Port" y "Dst Port " pueden reescribirse.

(Información estadística)

15 Varios tipos de información estadística en unidades de "tabla", "flujo", "puerto físico" y "cola ("Queue")"

Según la presente invención, la extensión del número de entradas de flujo en la tabla OpenFlow como dispositivo puede realizarse sin aumentar la capacidad de la propia tabla (principalmente TCAM) del conmutador constituyendo la tabla Open Flow usando la pluralidad de tablas del conmutador. Es decir, la pluralidad de tablas en el conmutador pueden ser usadas como la tabla OpenFlow de gran capacidad desde el lado del controlador.

20 Específicamente, la integración en la tabla OpenFlow se consiguen absorbiendo una diferencia entre las funciones (Condición de coincidencia/Acción) de cada tabla. Debido a que cada una de entre la pluralidad de tablas del conmutador tiene un uso original (por ejemplo, reenvío L2 en la tabla L2, reenvío L3 en la tabla L3), no se usan todos los recursos y se recorta y se usa una parte de los recursos.

25 Tal como se ha descrito anteriormente, las características de la presente invención son "absorber la diferencia de Condición de coincidencia/Acción de la pluralidad de tablas e integrar las tablas en la tabla OpenFlow" y "proporcionar el procedimiento de determinación de acción específica".

Según la presente invención, una parte de la pluralidad de recursos de tabla del conmutador es usada como la tabla OpenFlow.

30 Según la presente invención, cada tabla del conmutador es tratada como "recurso de tabla OpenFlow restringido por función" según la función factible (Condición de coincidencia/Acción).

Según la presente invención, el dispositivo de resolución de acción OpenFlow absorbe la diferencia entre las funciones (Condición de coincidencia/Acción) de cada recurso de tabla, e integra los recursos como el recurso de tabla OpenFlow.

Según la presente invención, el dispositivo de resolución de acción OpenFlow determina la acción en base a la prioridad (Prioridad) de tablas incluyendo TCAM.

35 En el conmutador en el que finalmente se realiza la búsqueda TCAM (OF), el dispositivo de resolución de acción OpenFlow está incluido en la sección de funcionamiento de búsqueda de TCAM (OF).

Según la presente invención, la tabla OpenFlow configurada de la pluralidad de tablas es controlada de manera flexible por el controlador.

40 Según la presente invención, cuando la pluralidad de tablas se usan como una tabla OpenFlow, la tabla es identificada en base al intervalo de prioridades.

Según la presente invención, cuando la pluralidad de tablas se usan como la tabla OpenFlow, las tablas son identificadas en base al ID de tabla.

45 Aunque las realizaciones ejemplares de la presente invención han sido descritas en detalle, la presente invención no está limitada a las realizaciones ejemplares indicadas anteriormente, y las modificaciones que no se apartan del objeto de la presente invención están incluidas dentro del alcance de la presente invención.

Esta solicitud reivindica una prioridad basada en la solicitud de patente japonesa N° JP 2010-200690. Su descripción se incorpora a la presente memoria, por referencia.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (102) de conmutación que comprende:

una sección (105) de funcionamiento Open Flow adaptada para:

5 a) configurar una tabla (113) OpenFlow combinando lógicamente una pluralidad de tablas (124, 125, 126 y 127), cada una de las cuales define el procesamiento para un paquete de recepción predeterminado en base a una condición y un contenido de procesamiento que están definidos en cada tabla, y

b) hacer referencia a dicha tabla (113) OpenFlow para determinar el contenido de procesamiento para el paquete de recepción; y

10 una sección (111) de funcionamiento de acción adaptada para ejecutar el procesamiento a dicho paquete de recepción en base al contenido de procesamiento determinado;

en el que dicha sección (105) de funcionamiento Open Flow comprende:

15 una sección (115) de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla adaptada para buscar en una tabla (125) L2, una tabla (126) L3 y la otra tabla (127) de entre dicha pluralidad de tablas en base al paquete de recepción, y para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda;

una sección (116) de funcionamiento de búsqueda TCAM (memoria direccionable de contenido ternario) adaptada para buscar en la TCAM (124) de dicha pluralidad de tablas en base al paquete de recepción, y para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda; y

20 una sección (107) de resolución de procesamiento OpenFlow que define las prioridades de la TCAM (124), la tabla (125) L2, la tabla (126) L3 y la otra tabla (127), y que está adaptada para recibir los resultados de la búsqueda desde dicha sección (115) de funcionamiento de búsqueda L2/L3/otra tabla y dicha sección (116) de funcionamiento de búsqueda TCAM, y para determinar la entrada a adoptar en base a las prioridades y para determinar el contenido de procesamiento en el paquete de recepción.

25 2. Sistema de conmutación según la reivindicación 1, en el que dicha sección (105) de funcionamiento Open Flow comprende:

medios para asignar un intervalo predeterminado de las prioridades a cada una de entre dicha pluralidad de tablas que constituyen dicha tabla (113) OpenFlow; y

30 medios para determinar una tabla, a ser usada, de entre dicha pluralidad de tablas en base a un intervalo de las prioridades especificado desde un controlador cuando dicha tabla de flujo de apertura es controlada desde dicho controlador (101).

3. Sistema de conmutación según la reivindicación 1, en el que dicha sección (105) de funcionamiento Open Flow comprende:

medios para establecer un identificador de tabla para cada una de entre dicha pluralidad de tablas que configuran dicha tabla Open Flow; y

35 medios para determinar una tabla a ser usada de entre dicha pluralidad de tablas en base a un identificador de tabla especificado desde un controlador cuando dicha tabla OpenFlow es controlada desde dicho controlador (101).

4. Un procedimiento de control de conmutador que es ejecutado en un conmutador Open Flow, en el que dicho procedimiento de control de conmutador comprende:

40 configurar una tabla (113) Open Flow combinando lógicamente una pluralidad de tablas, cada una de las cuales define el procesamiento para un paquete de recepción en base a una condición y un contenido de procesamiento definido en cada tabla;

hacer referencia a dicha tabla (113) OpenFlow para determinar el contenido de procesamiento para el paquete de recepción; y

45 ejecutar el procesamiento del paquete de recepción en base al contenido de procesamiento determinado;

que comprende, además:

buscar una tabla (125) L2, una tabla (126) L3 y otra tabla (127) de entre dicha pluralidad de tablas en base al paquete de recepción para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda;

5 buscar TCAM (memoria direccionable de contenido ternario) (124) en base al paquete de recepción de dicha pluralidad de tablas para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda; y

definir las prioridades de la TCAM (124), la tabla (125) L2, la tabla (126) L3 y las otras tablas (127), determinar la entrada a adoptar a partir del resultado de la búsqueda de cada tabla en base a las prioridades, y determinar el contenido de procesamiento al paquete de recepción.

10 5. Procedimiento de control de conmutador según la reivindicación 4, que comprende, además:

asignar un intervalo predeterminado de las prioridades a cada una de entre dicha pluralidad de tablas que configuran dicha tabla OpenFlow; y

determinar una tabla a usar de entre dicha pluralidad de tablas en base a un intervalo de las prioridades especificadas desde un controlador cuando dicha tabla Open Flow es controlada desde dicho controlador.

15 6. Procedimiento de control de conmutador según la reivindicación 5, que comprende, además:

establecer un identificador de tabla para cada una de entre dicha pluralidad de tablas que configuran dicha tabla OpenFlow; y

determinar una tabla a usar de entre dicha pluralidad de tablas en base a un identificador de tabla especificado desde un controlador cuando dicha tabla Open Flow es controlada desde dicho controlador.

20 7. Un medio de grabación en el que se almacena un programa que hace que un ordenador usado como un conmutador ejecute las tareas de:

configurar una tabla OpenFlow combinando lógicamente una pluralidad de tablas, cada una de las cuales define un procesamiento a un paquete determinado, en base a una condición y un contenido de procesamiento definido en cada tabla;

25 hacer referencia a dicha tabla OpenFlow para determinar el contenido de procesamiento al paquete de recepción; y

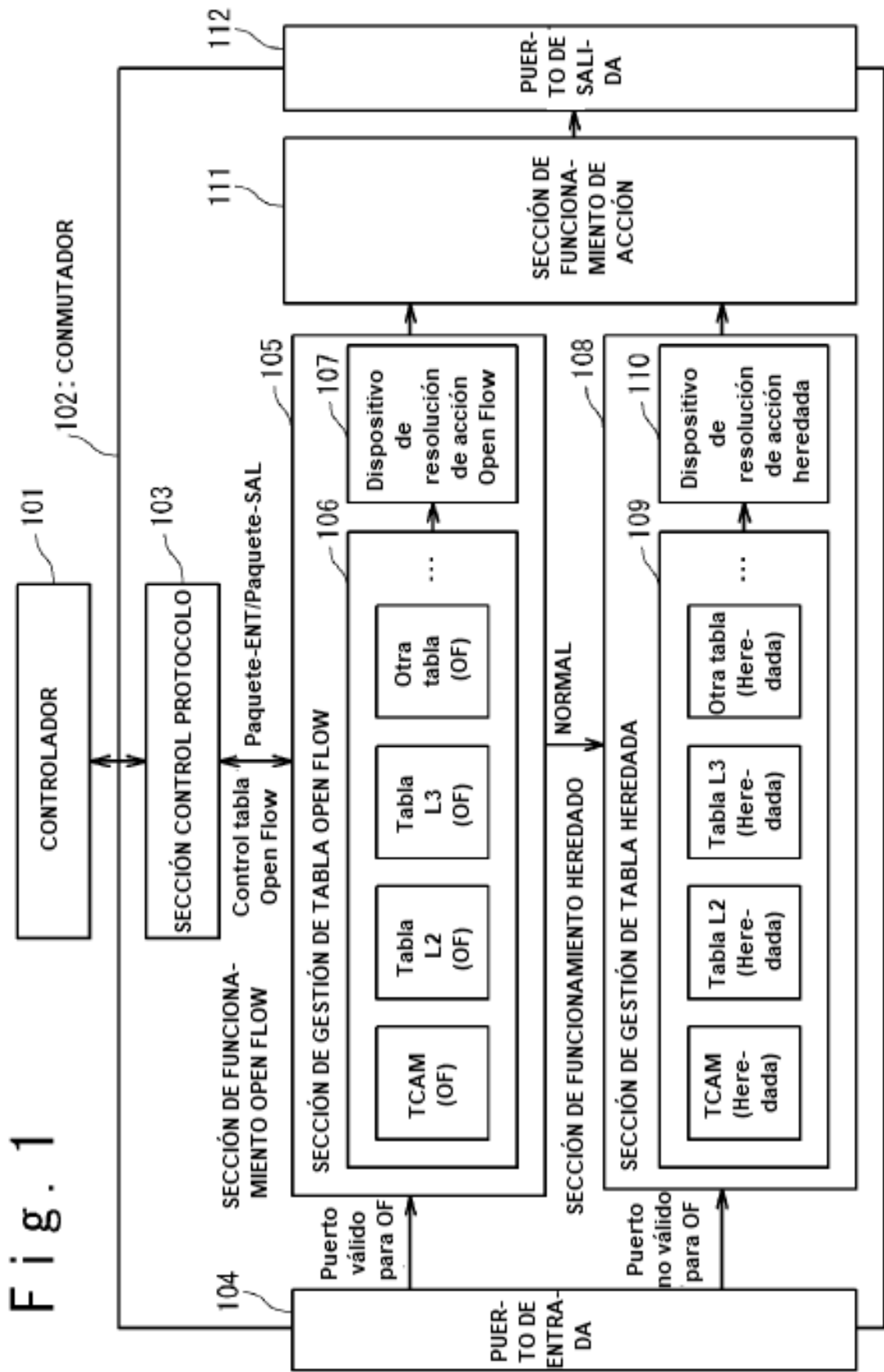
ejecutar el procesamiento del paquete de recepción en base al contenido de procesamiento determinado;

que comprende, además:

30 buscar una tabla (125) L2, una tabla (126) L3 y otra tabla (127) de entre dicha pluralidad de tablas en base al paquete de recepción para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda;

buscar TCAM (memoria direccionable de contenido ternario) (124) en base al paquete de recepción de dicha pluralidad de tablas para emitir una entrada correspondiente al paquete de recepción como un resultado de la búsqueda; y

35 definir las prioridades de la TCAM (124), la tabla (125) L2, la tabla (126) L3 y las otras tablas (127), determinar la entrada a adoptar a partir del resultado de la búsqueda de cada tabla en base a las prioridades y determinar el contenido de procesamiento al paquete de recepción.



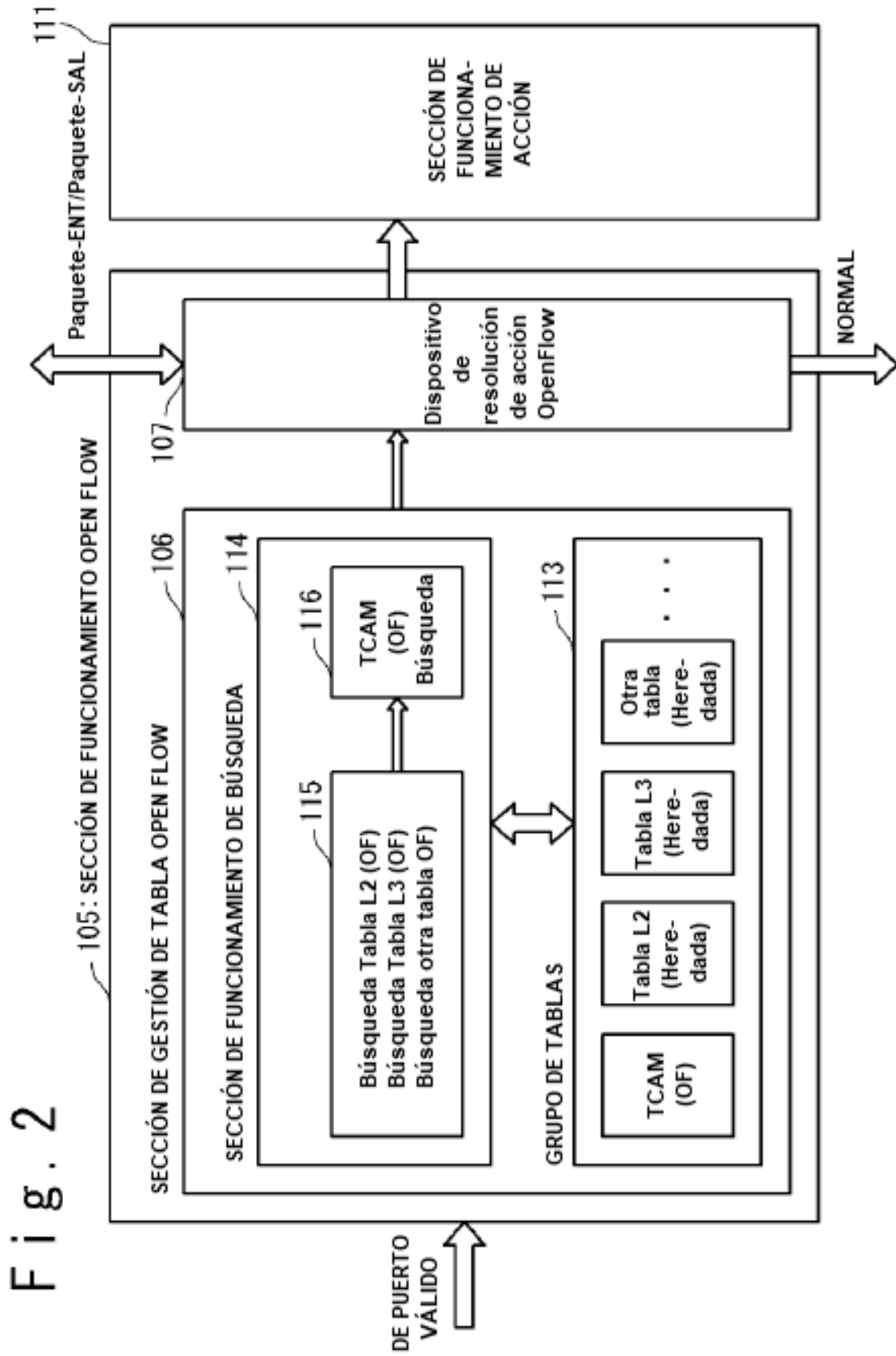
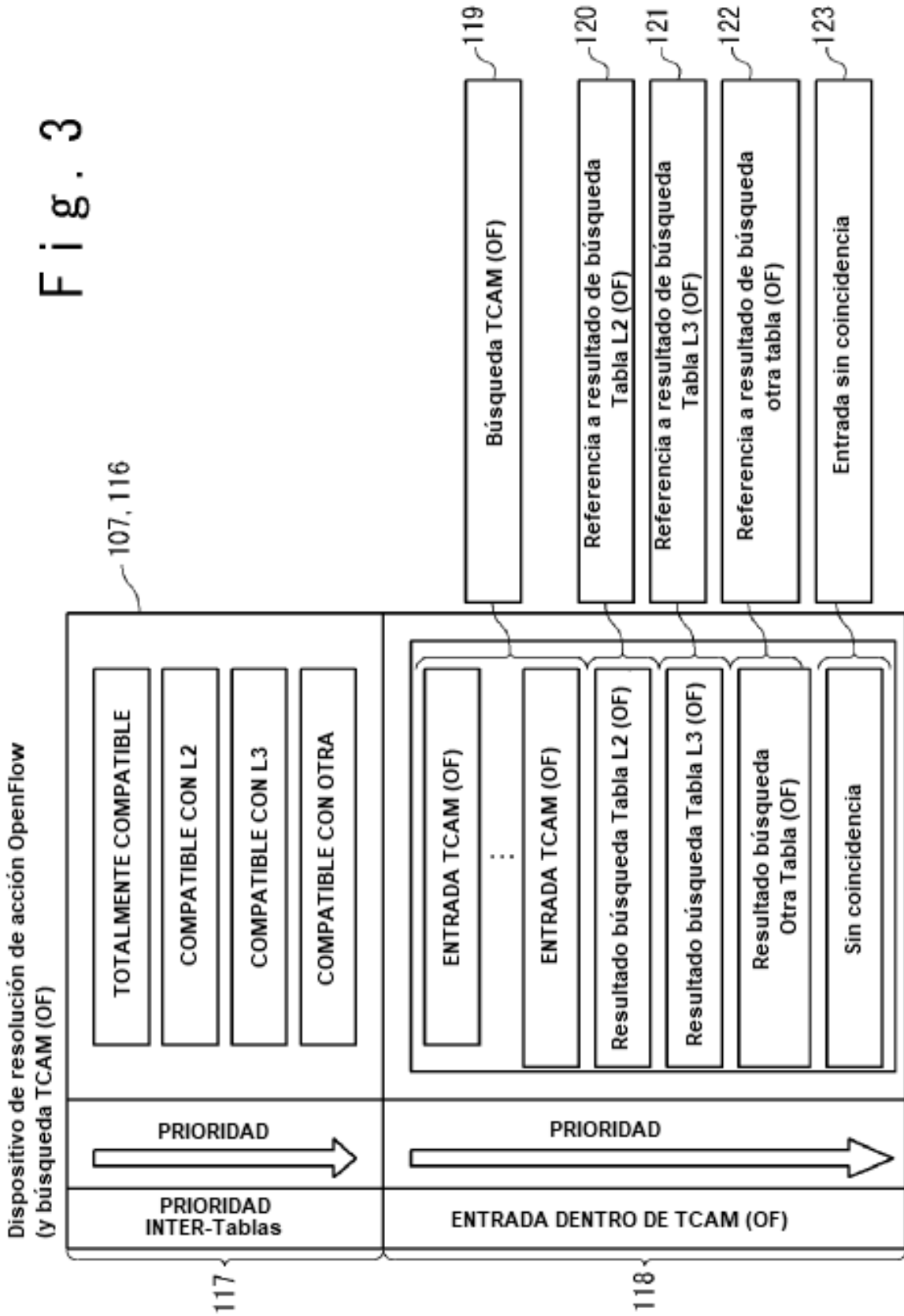
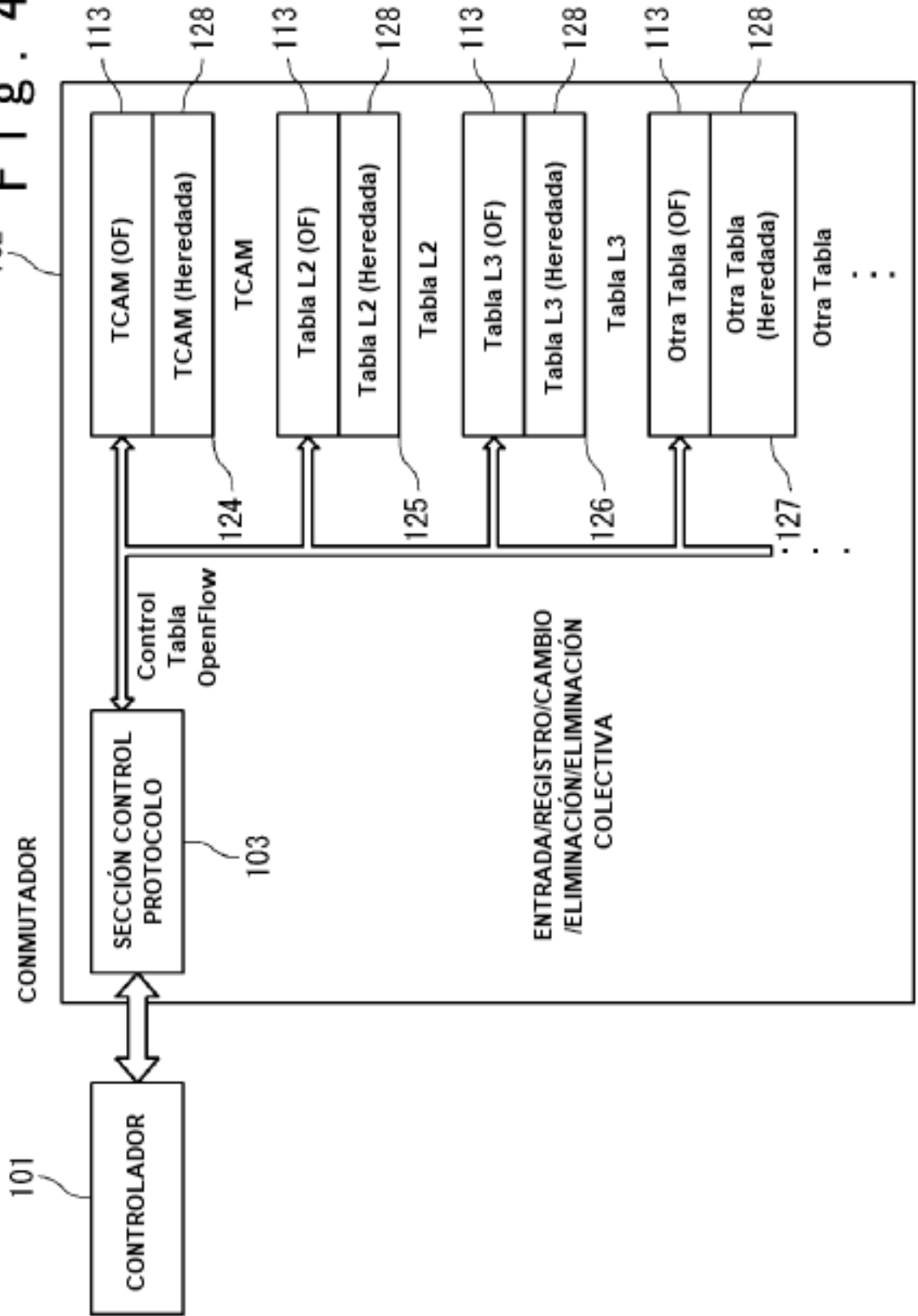


Fig. 3



102 Fig. 4



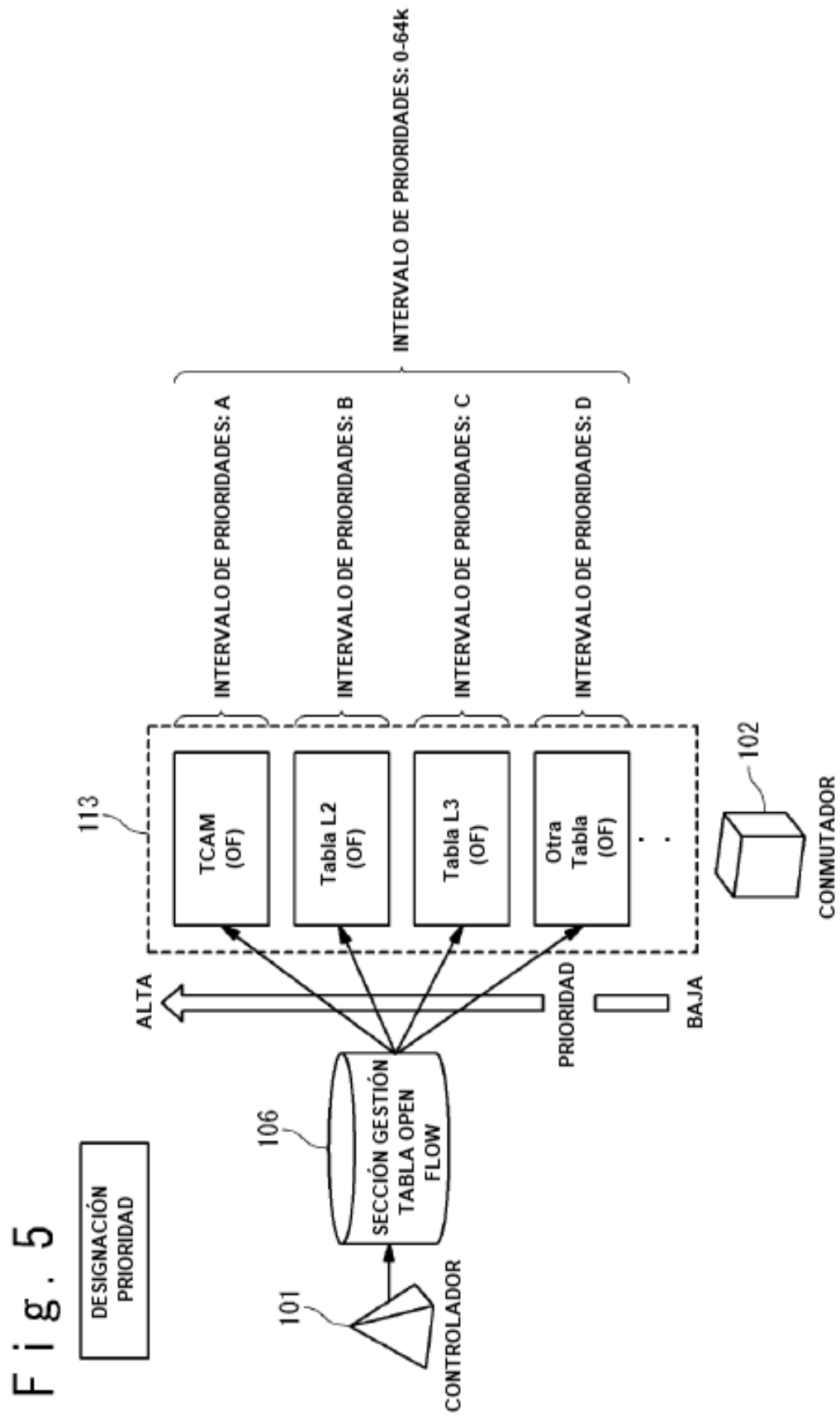




Fig. 6

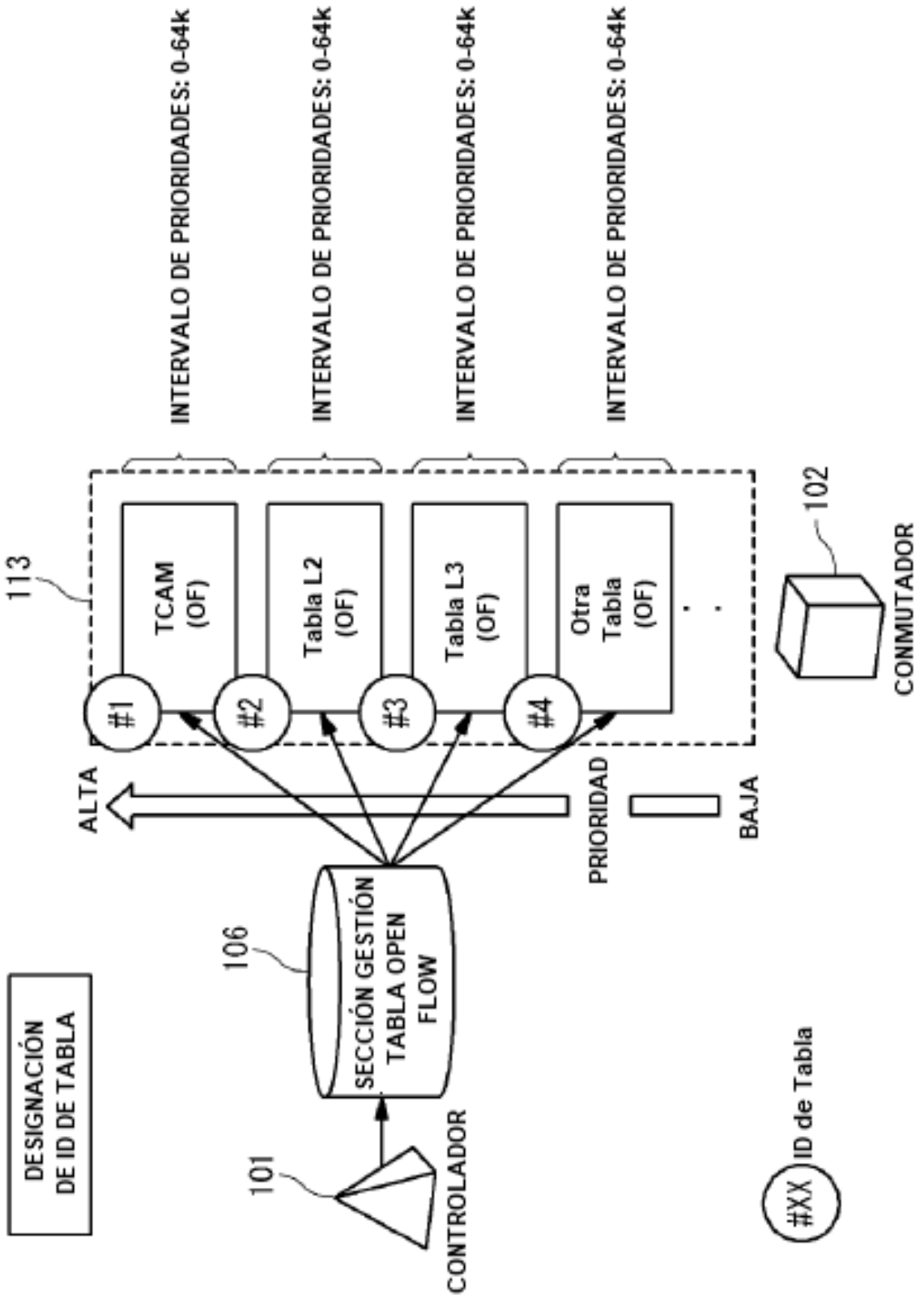


Fig. 7A

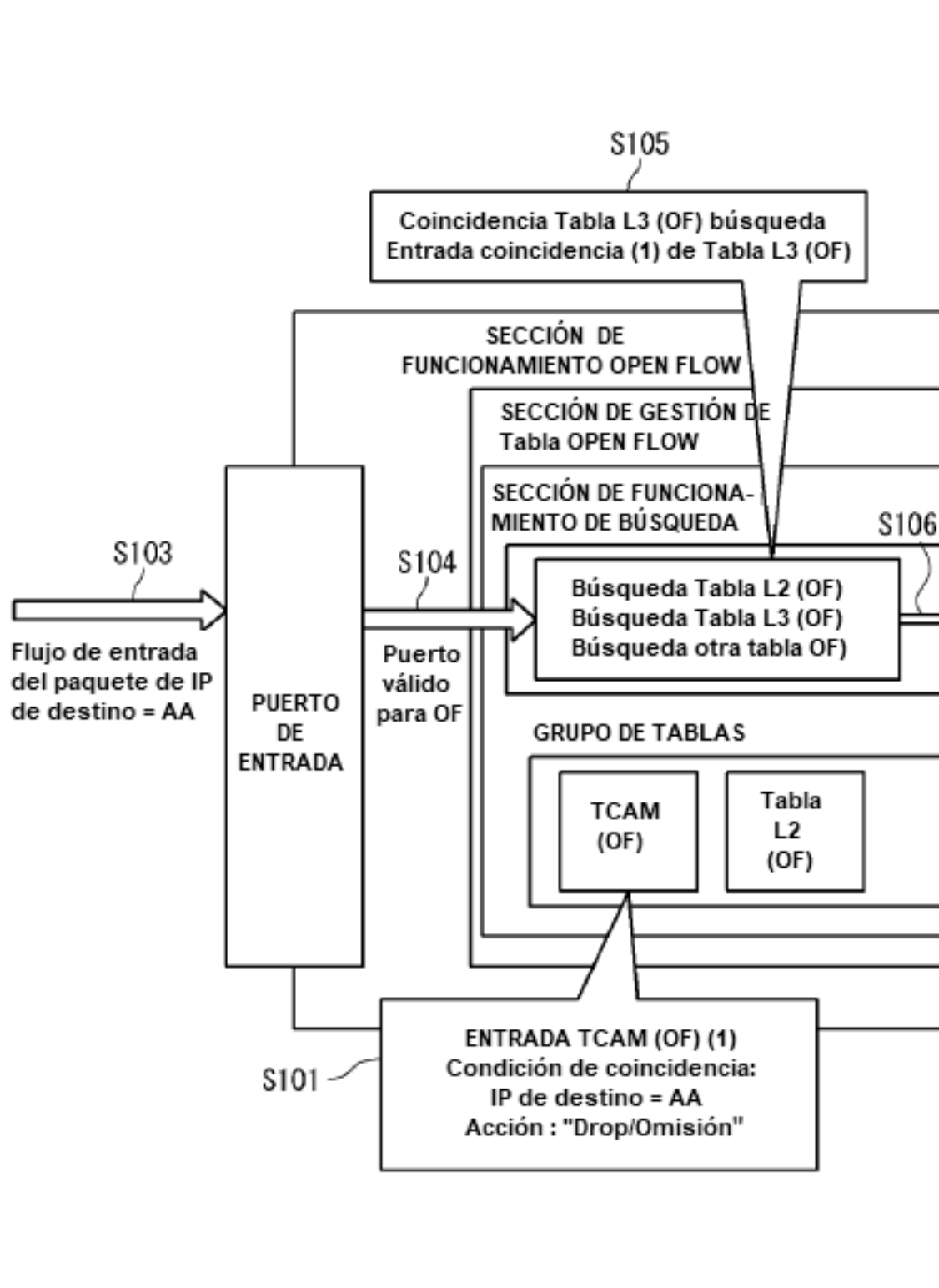


Fig. 7B

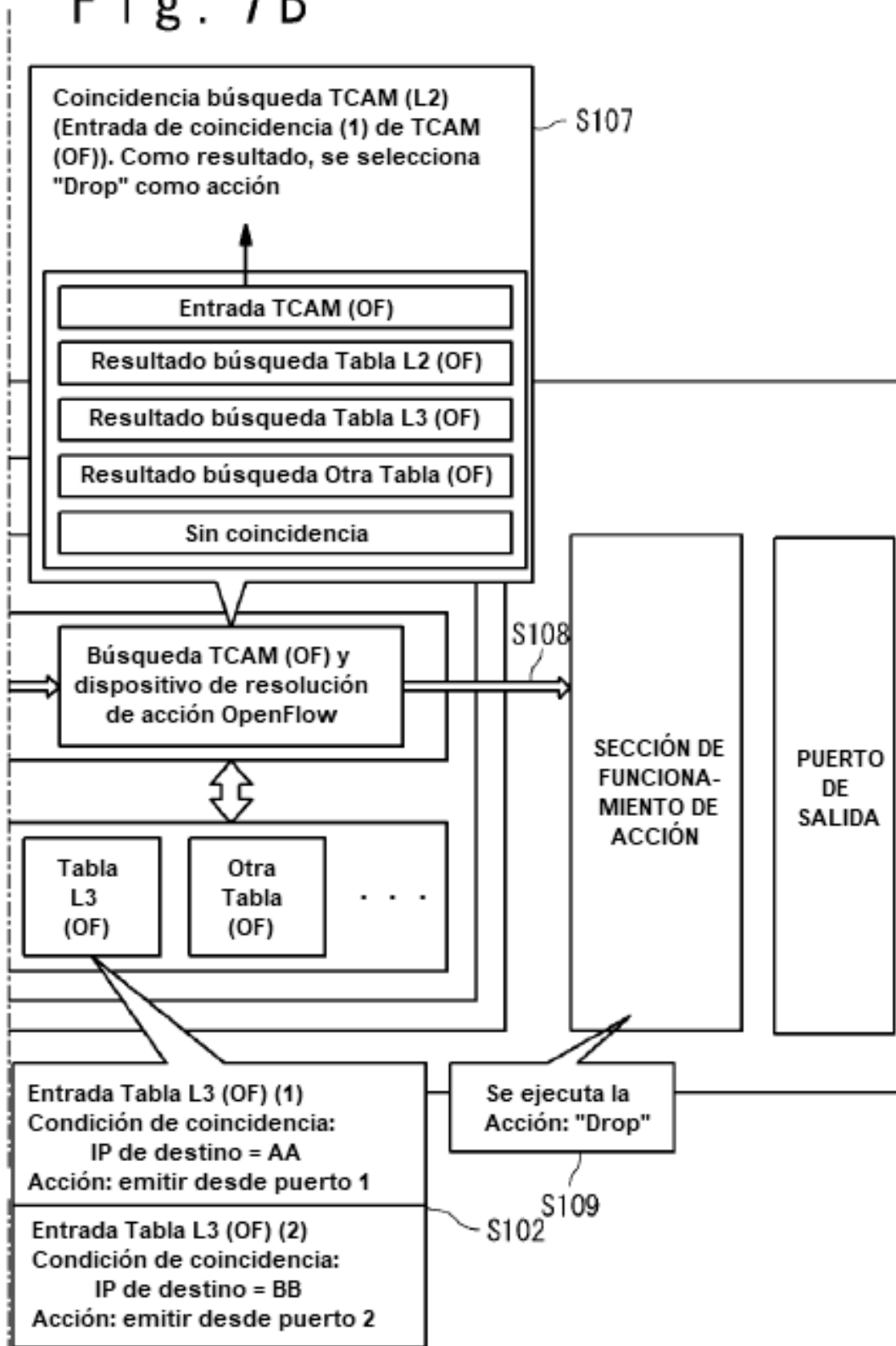


Fig. 8A

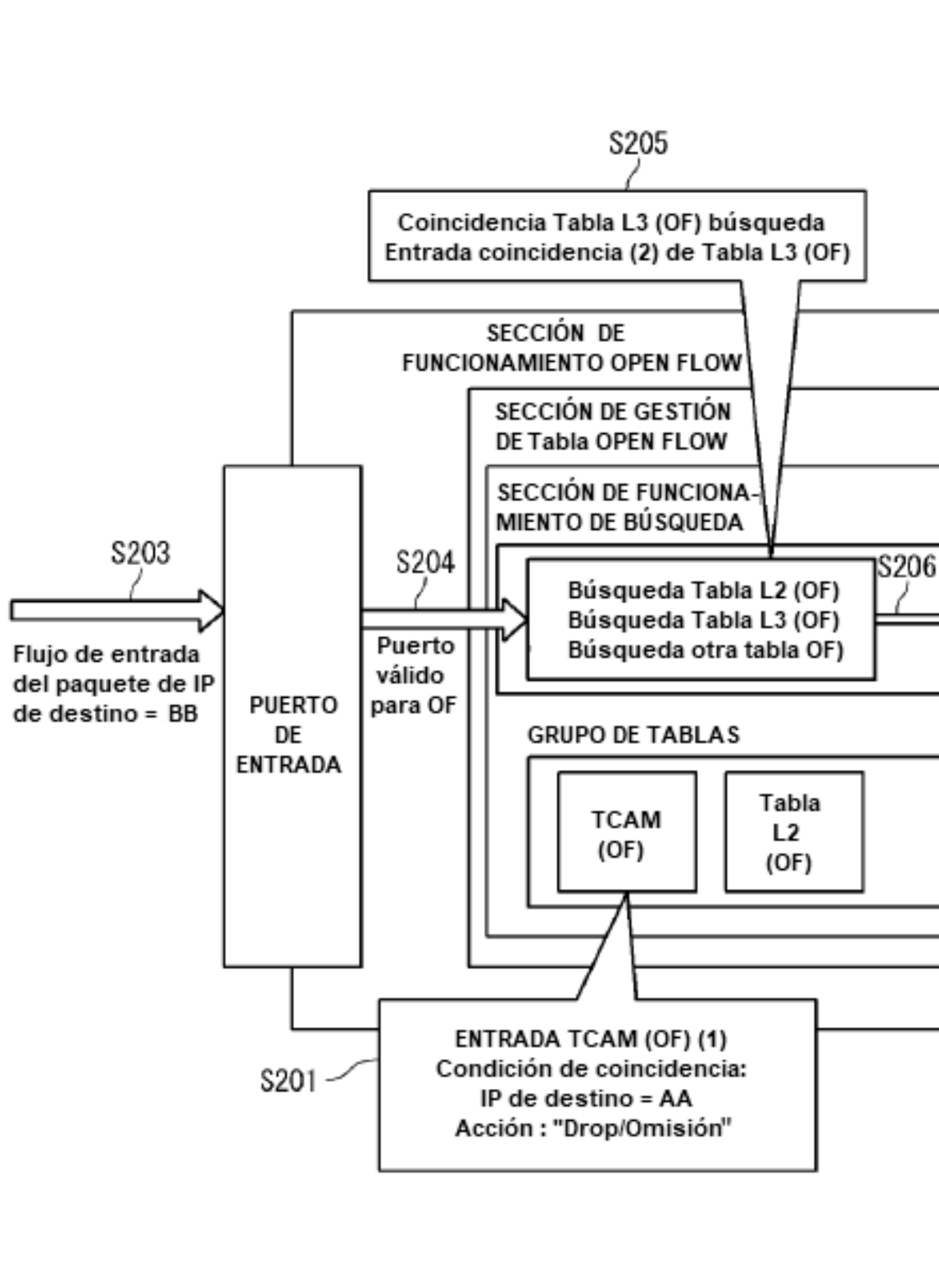
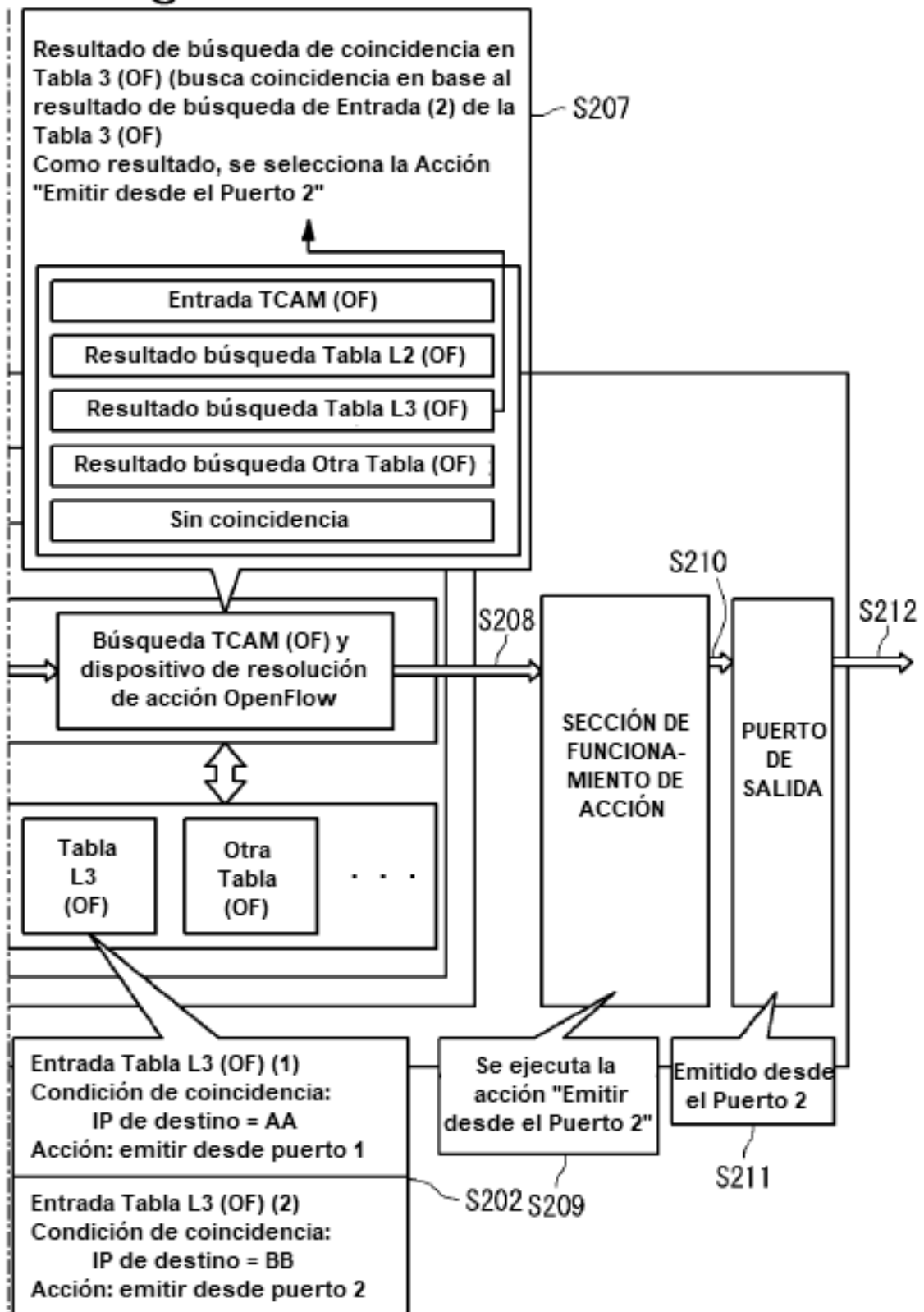


Fig. 8B



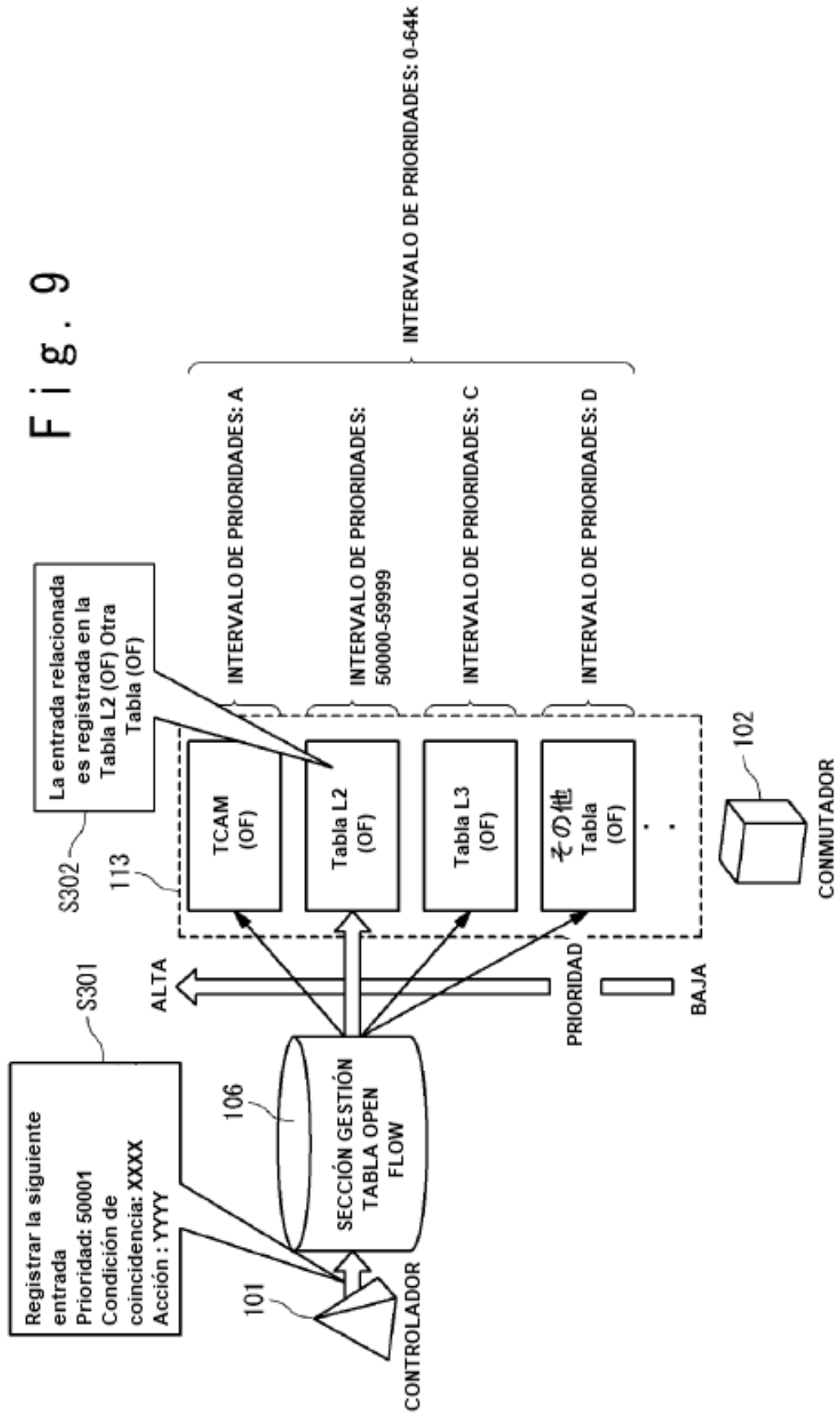
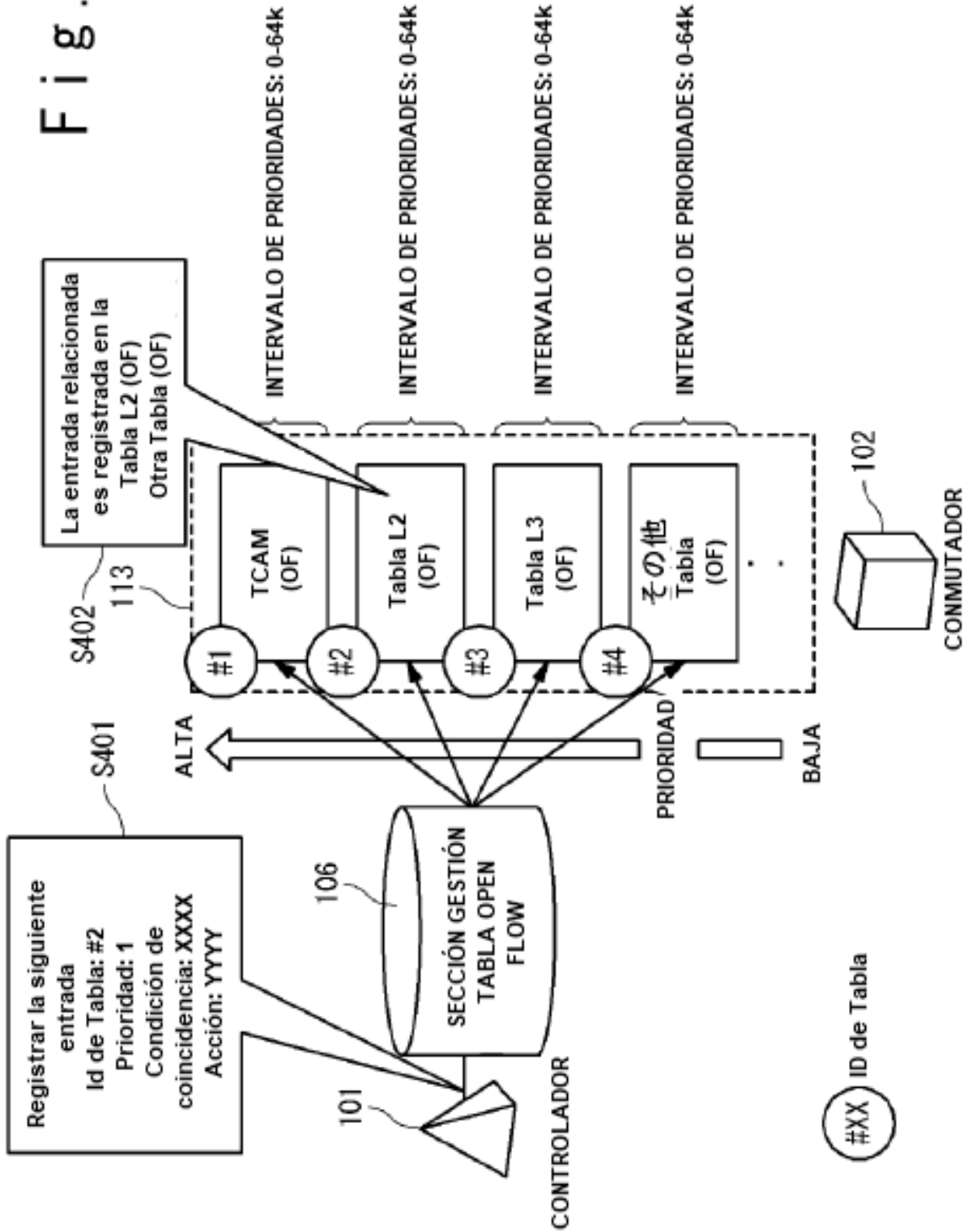


Fig. 10



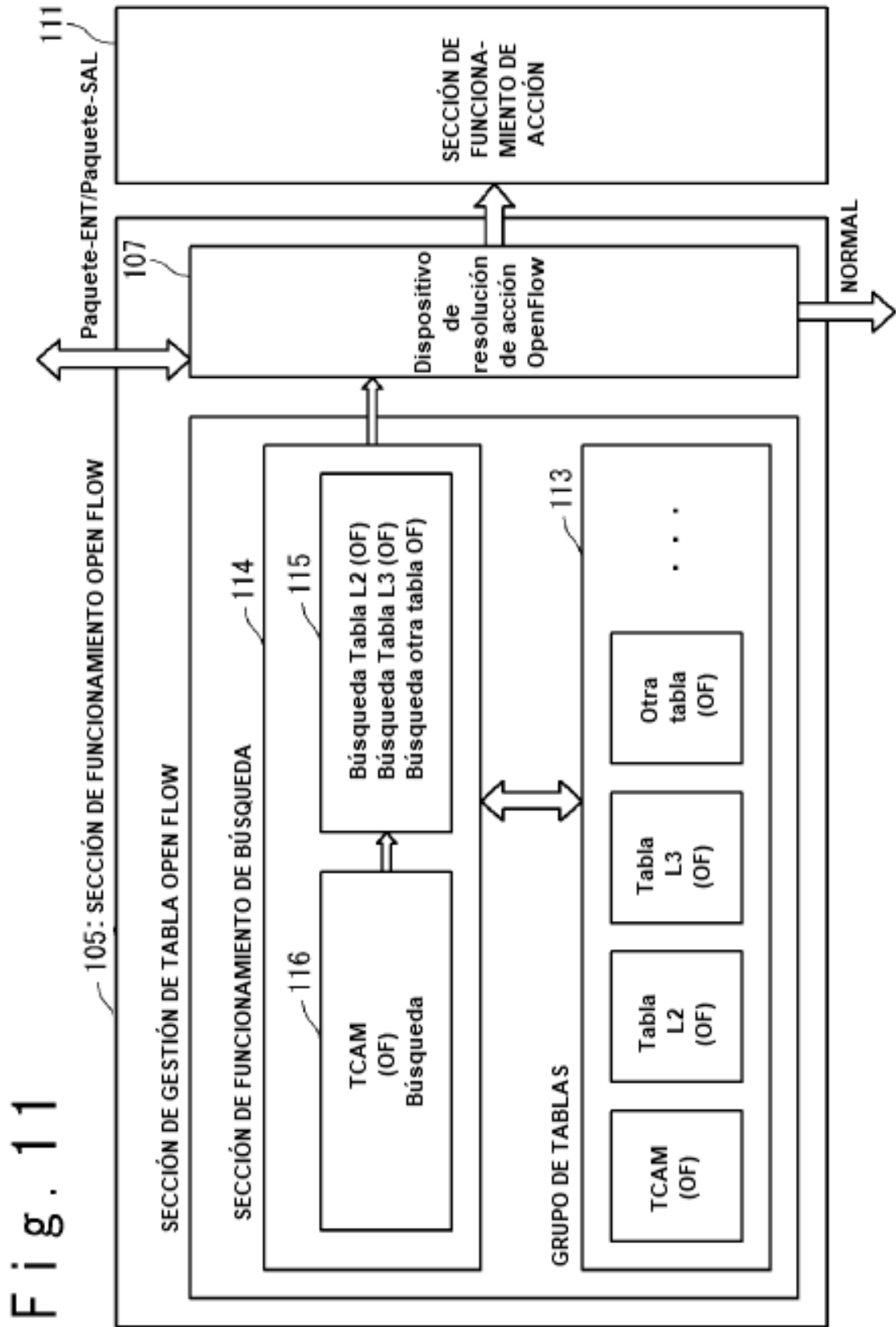


Fig. 11



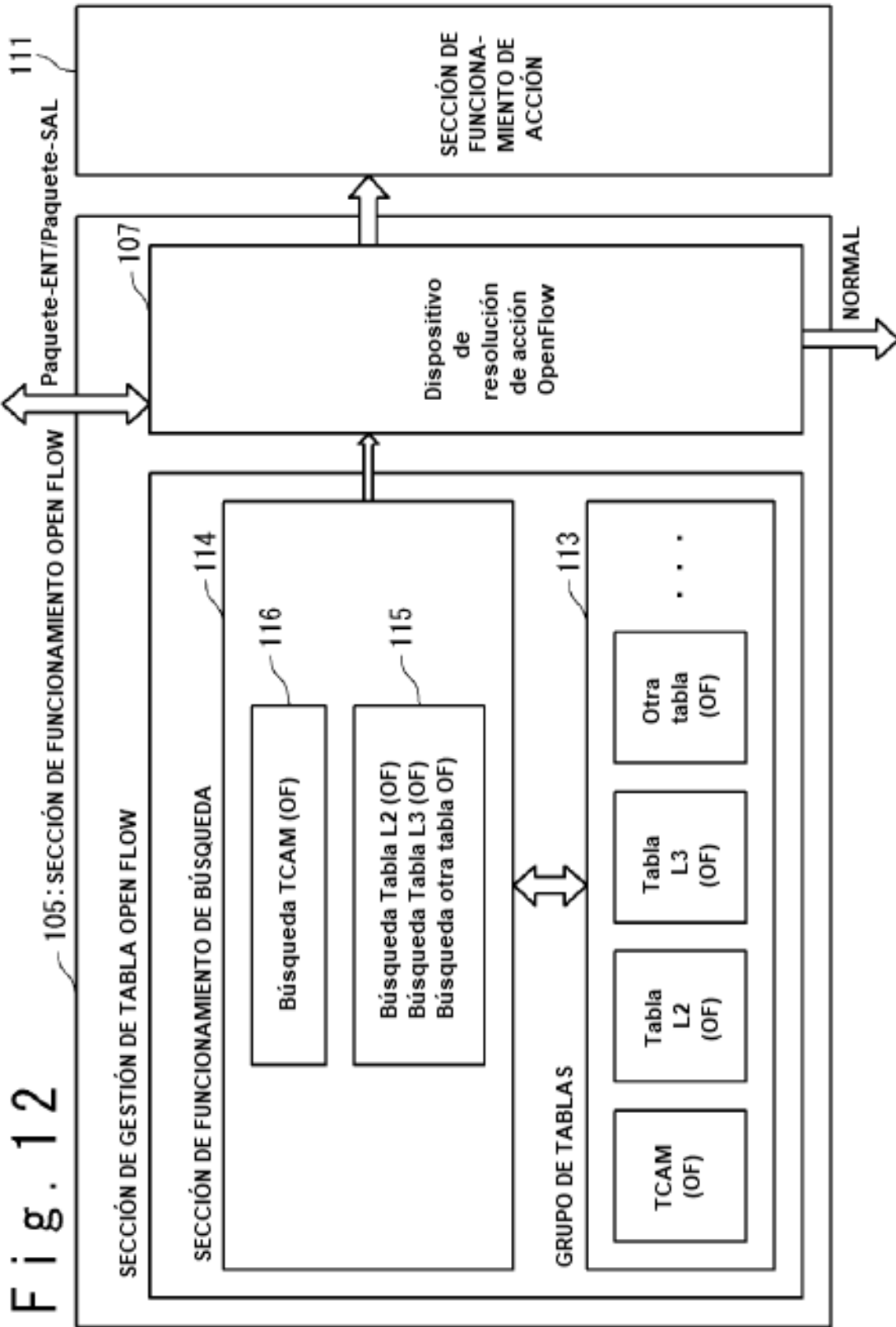


Fig. 12

Fig. 13

