

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 187**

51 Int. Cl.:

H04L 12/701 (2013.01)
H04L 12/801 (2013.01)
H04L 12/863 (2013.01)
H04L 12/873 (2013.01)
H04L 12/773 (2013.01)
H04L 12/857 (2013.01)
H04L 12/869 (2013.01)
H04L 12/851 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2003 PCT/IB2003/002426**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2004 WO04004248**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2003 E 03735876 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 1527568**

54 Título: **Planificación programable para encaminadores de IP**

30 Prioridad:

26.06.2002 US 183057

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

07.02.2019

73 Titular/es:

**NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karaportti 3
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**RUUTU, JUSSI;
LAKKAKORPI, JANI y
RAISANEN, VILHO, I.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 699 187 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

Planificación programable para encaminadores de IP

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato para un planificador programable, a un encaminador, a un sistema, a un programa informático y a un método para planificación programable de encaminadores. En particular, la presente invención se refiere a redes de IP y un sistema de planificación programable para encaminadores de IP.

10

Antecedentes de la invención

La introducción de Servicios Diferenciados y otros métodos de Calidad de Servicio (QoS) ha necesitado el desarrollo de varias memorias intermedias por enlace de salida de encaminador. De manera tradicional, los vendedores de encaminadores han implementado una, o posiblemente unas pocas maneras diferentes de configurar la planificación entre estas diferentes memorias intermedias para el encaminador. Sin embargo, esto limita las posibilidades ofrecidas por estas tecnologías a soluciones específicas de vendedor y hace difícil y costoso para los operadores modificar y actualizar sus encaminadores.

15

La planificación es una parte importante de cualquier elemento de red de datos basado en paquetes, tal como encaminadores de IP. La planificación es la funcionalidad dentro de los encaminadores de IP que decide qué cola se sirve a continuación. De manera eficaz, la planificación decide desde qué memoria intermedia se toma el siguiente paquete de IP transmitido, que puede afectar enormemente al rendimiento.

20

En la actualidad, la creciente demanda de Calidad de Servicio (QoS) ha necesitado nuevas soluciones para sustituir el paradigma de Mejor Esfuerzo, por ejemplo, los servicios diferenciados (DiffServ) son una estructura normalizada por el IETF que está basada en la idea de diferenciar el tráfico de IP basándose en los requisitos de QoS. En la práctica, esto significa múltiples memorias intermedias por interfaz, de modo que, por ejemplo, el tráfico sensible a retardo puede manejarse a través de sus propias memorias intermedias.

25

30

Las soluciones de la técnica anterior soportan esquemas de planificación predefinidos reducidos. Normalmente los vendedores de encaminadores implementan algunos esquemas básicos sencillos y pueden únicamente permitir combinaciones muy limitadas de los esquemas predeterminados. Esto significa que cuando cambian unos requisitos del operador, existe una necesidad de actualizar la totalidad del software del encaminador para soportar el cambio. Esto puede implicar, por ejemplo, más colas dentro del encaminador. De manera eficaz, el operador está estrechamente vinculado con el modelo de planificación que ha seleccionado el vendedor del encaminador.

35

Desde el punto de vista del vendedor se observa el mismo problema como la necesidad de rediseñar la parte de planificación de los encaminadores de IP cada vez que cambia el requisito de las normas u operadores. Esto significa esfuerzo y costes adicionales, no únicamente para el operador sino también para el vendedor.

40

Por lo tanto, existe una necesidad de una solución que permita una manera flexible de configurar la planificación de encaminadores de IP sin la necesidad de actualizar el software y/o hardware del encaminador.

45

Un documento conocido, EP1206087A2, desvela una clase de gestor de servicio que funciona en conjunto con un planificador para proporcionar calidad de servicio basada en política. A medida que llegan paquetes de datos en una o más de las clases de colas de prioridad de servicio de una transacción FIFO (primero en entrar primero en salir), el planificador dirige un puntero de paquete seleccionado desde una de las colas de prioridad. La selección está basada en un algoritmo de planificación de cola, que está programado por un usuario a través de una CPU, en la clase de gestor de servicio.

50

GIROUX N ET AL: "Queuing and Scheduling; Quality of service in ATM networks, ch 5", XP002260612 es un capítulo en un libro que se centra en el diseño de estructuras de puesta en cola y algoritmos de planificación en un punto de conexión.

55

BAKER CISCO SYSTEM K CHAN NORTEL NETWORKS A SMITH HARBOUR NETWORKS: "Management Information Base for the Differentiated Services Architecture; rfc3289.txt", XP002260612 describe una estructura de Base de Información de Gestión de Información v2 para un dispositivo que implementa la arquitectura de servicios diferenciados.

60

FLOYD S ET AL: "Link-sharing and resource management models for packet networks", XP000520857 se refiere al uso de mecanismos de compartición de enlace en redes de paquetes y presenta algoritmos para compartición de enlace.

65

Sumario de la invención

La presente invención está dirigida a tratar los inconvenientes, desventajas y problemas anteriormente mencionados, y se entenderá leyendo y estudiando la siguiente memoria descriptiva.

La presente invención se define por las reivindicaciones independientes adjuntas. Ciertos aspectos más específicos se definen por las reivindicaciones dependientes.

En general, se proporciona un sistema de planificación programable para encaminadores de IP. De acuerdo con la invención, se proporciona un planificador programable para encaminadores de IP que puede soportar planificación de única etapa y de múltiples etapas. Esto permite combinaciones flexibles de planificación y aumenta las soluciones de QoS disponibles para los operadores.

De acuerdo con la invención, la planificación para los encaminadores permite una planificación programable, flexible en una o muchas etapas. Con esta clase de planificación el encaminador puede configurarse para soportar casi cualquier método de planificación conocido o combinación. Se usan métodos de planificación de Puesta en Cola de Prioridad (PQ) y Déficit de Orden Cíclico (DRR) de acuerdo con una realización de la invención.

De acuerdo con la invención, los encaminadores están programados dinámicamente. La programación dinámica permite cambios al vuelo en los encaminadores.

De acuerdo con la invención, se usa una Interfaz de Configuración de Planificador para ajustar la planificación del encaminador. Se usa un conjunto de parámetros de planificación para definir 1) el número y posiciones relativas de las etapas de planificación, 2) el método de planificación aplicado por cada etapa de planificación, 3) todos los parámetros relevantes para el método seleccionado y 4) la posición de las colas en la jerarquía de planificación. Por consiguiente, el enrutador de IP programable está equipado con una interfaz que soporta los parámetros anteriores.

Breve descripción de los dibujos

- La Figura 1 ilustra una red de IP móvil a modo de ejemplo en la que puede operar la invención;
- La Figura 2 muestra un diagrama esquemático que ilustra una vista general de sistema a modo de ejemplo en el que las redes de área local y una red de área extensa están interconectadas por encaminadores;
- La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de un encaminador de IP programable;
- La Figura 4 ilustra colas con un sistema de planificación de múltiples etapas;
- La Figura 5 ilustra un sistema de planificación programable para un encaminador de IP;
- La Figura 6 ilustra un proceso para un método de planificación programable; y
- La Figura 7 ilustra cómo un modelo de puesta en cola de dos etapas general puede implementarse con el planificador de PQ/DRR programable, de acuerdo con aspectos de la invención.

Descripción detallada de la realización preferida

En la siguiente descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo de la invención, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman una parte de la misma, y que se muestran por medio de ilustración, realizaciones a modo de ejemplo específicas de las cuales la invención puede ponerse en práctica. Cada realización se describe en suficiente detalle para posibilitar a los expertos en la materia poner en práctica la invención, y se ha de entender que pueden utilizarse otras realizaciones, y pueden realizarse otros cambios, sin alejarse del alcance de la presente invención. La siguiente descripción detallada, por lo tanto, no se ha de tomar en un sentido limitante, y el alcance de la presente invención se define únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

A través de toda la memoria descriptiva y reivindicaciones, los siguientes términos toman los significados explícitamente asociados en el presente documento, a menos que el contexto dicte claramente lo contrario. El término "nodo" hace referencia a un elemento de red, tal como un encaminador. El término "importancia" hace referencia a una prioridad asociada con un paquete en términos de pérdida de paquetes.

La expresión "intermediario de ancho de banda" hace referencia a un elemento de red especializado que tiene conocimiento de la topología y cargas de enlace asociadas con la red. El término "flujo" significa un flujo de paquetes. El término "urgencia" hace referencia a la prioridad de retardo de transferencia de paquetes. El término nodo de soporte hace referencia tanto a nodos "GGSN" como "SGSN". El término "usuario" hace referencia a cualquier persona o cliente tal como un negocio u organización que emplea un dispositivo móvil para comunicar o acceder a recursos a través de una red móvil. El término "operador" hace referencia a cualquier técnico u organización que mantiene o da servicio a una red basada en IP. "Puesta en Cola de Prioridad" (PQ) significa que la cola con la prioridad más alta siempre es servida en primer lugar y las colas con prioridad inferior son servidas únicamente cuando no hay paquetes en la cola o colas de prioridad superior. "Puesta en Cola de Equidad Ponderada" (WFQ) está basada en la idea de que a cada cola se asigna un peso que define cuánto servicio recibe la cola. "Déficit de Orden Cíclico" (DRR) hace referencia a un método "donde cada cola es servida periódicamente una variable denominada un "cuanto" indica cuántos bytes se extraen de la cola por turno. Un "contador de déficit" indica cuántos bytes debe el planificador al flujo particular. El término "cola virtual" hace referencia a colas no físicas que se

usan para construir una jerarquía de planificación de múltiples etapas. Si todas las colas físicas bajo una cola virtual dada están vacías, la cola virtual se elimina de la jerarquía de planificación hasta que llega un paquete a una de estas colas físicas que están bajo la cola virtual. La expresión "cola física" significa una memoria intermedia real.

- 5 Haciendo referencia a los dibujos, números similares indican partes similares a través de todas las vistas. Adicionalmente, una referencia al singular incluye una referencia al plural a menos que se establezca de otra manera o sea incoherente con la divulgación del presente documento.

10 Descrita brevemente, la presente invención se refiere a un método de planificación programable para encaminadores de IP. Un planificador programable puede re-configurarse dinámicamente para implementar planificación de una etapa o múltiples etapas a través de una interfaz de configuración de planificador. Se usa un conjunto de parámetros para definir 1) el número y posiciones relativas de las etapas de planificación, 2) el método de planificación aplicado por cada etapa de planificación, 3) todos los parámetros relevantes para el método seleccionado y 4) la posición de las colas en la jerarquía de planificación. Por consiguiente, el encaminador está
15 equipado con una interfaz que soporta los parámetros anteriores. De acuerdo con una realización de la invención, la interfaz se denomina una interfaz de configuración de planificación. La implementación de planificador programable y jerárquico puede usar diversos métodos de planificación, tal como puesta en cola de prioridad (PQ) o Déficit de orden cíclico (DRR) en cualquier etapa de planificación.

20 Entorno operativo ilustrativo

Con referencia a la Figura 1, se ilustra una red de IP móvil a modo de ejemplo en la que la invención puede operar. Como se muestra en la figura, la red de IP móvil 100 incluye el nodo móvil (MN) 105, la red de acceso de radio (RAN) 110, el SGSN 115, la red principal 120, los encaminadores 125A-F, el servidor de política 190, el
25 intermediario de ancho de banda operacional (BB) 195, los GGSN 135_{A-F}, la red de datos 140, y la red de datos 145.

Las conexiones y operación para la red de IP móvil 100 se describirán ahora. El MN 105 está acoplado a la red de acceso de radio (RAN) 110. En general, el MN 105 puede incluir cualquier dispositivo que pueda conectarse a una red inalámbrica tal como la red de acceso de radio 110. Tales dispositivos incluyen teléfonos celulares, teléfonos
30 inteligentes, buscapersonas, dispositivos de frecuencia de radio (RF), dispositivos de infrarrojos (IR), dispositivos integrados que combinan uno o más de los dispositivos precedentes y similares. El MN 105 puede incluir también otros dispositivos que tienen una interfaz inalámbrica tal como Asistentes Digitales Personales (PDA), ordenadores portátiles, ordenadores personales, sistemas multiprocesador, electrónica de consumo basada en procesador o programable, PC de red, ordenadores llevables y similares.

35 La red de acceso de radio (RAN) 110 gestiona los recursos de radio y proporciona al usuario con un mecanismo para acceder a la red principal 120. La red de acceso de radio 110 transporta información a y desde dispositivos aptos para comunicación inalámbrica, tal como el MS 105. La red de acceso de radio 110 puede incluir tanto componentes inalámbricos como alámbricos. Por ejemplo, la red de acceso de radio 110 puede incluir una torre celular que está enlazada a una red de telefonía alámbrica. Normalmente, la torre celular lleva comunicación a y desde teléfonos celulares, buscapersonas, y otros dispositivos inalámbricos, y la red de telefonía alámbrica lleva comunicación a teléfonos normales, enlaces de comunicación de larga distancia y similares. Como se muestra en la figura, la RAN 110 incluye los encaminadores 125_{A-C}. Los encaminadores 125_{A-C} son encaminadores de IP programables que pueden configurarse para soportar casi cualquier método de planificación conocido o
40 combinación. De acuerdo con una realización de la invención, los encaminadores 125_{A-C} combinan la puesta en cola de prioridad (PQ) y el déficit de orden cíclico (DRR). El Intermediario de banda ancha (BB) 195, o algún otro elemento de red, puede modificar la operación de los encaminadores programables 125_{A-C} como una respuesta a condiciones de red cambiantes. Estas condiciones de red cambiantes pueden incluir retardo de transferencia, carga y pérdida de paquetes y similares. La configuración de los encaminadores puede ser una reconfiguración dinámica, incluso mientras se está en línea. El servidor de política 190, o algún otro elemento de red especializado, puede usarse para proporcionar reglas de calidad de servicio (QoS) relacionadas con cómo los encaminadores procesan los paquetes. Resumido brevemente, el servidor de política 190 puede usarse para monitorizar y ayudar a proporcionar el modelo de comportamiento apropiado para procesamiento de paquetes en los encaminadores, para redes basadas en IP. De acuerdo con una realización, cada encaminador puede informar al intermediario de ancho de banda y al servidor de políticas de información relacionado con su operación y recibir información desde el
50 intermediario de ancho de banda y el servidor de políticas para establecer los parámetros y programación de manera apropiada.

60 Algunos nodos pueden ser nodos del Servicio General de Paquetes de Radio (GPRS). Por ejemplo, el Nodo de Soporte de GPRS Servidor (SGSN) 115 puede enviar y recibir datos desde los nodos móviles, tal como el MN 105, a través de la RAN 110. El SGSN 115 también mantiene información de localización relacionada con el MN 105. El SGSN 115 comunica entre el MN 105 y el Nodo de Soporte de GPRS de Pasarela (GGSN) 135_{A-B} a través de la red principal 120. De acuerdo con una realización de la invención, el servidor de política 190 comunica con la RAN 110 y la red principal 120.

65 La red principal 120 es una red troncal basada en paquetes de IP que incluye encaminadores, tal como los

encaminadores 125_{D-F} para conectar los nodos de soporte en la red, SGSN, GGSN, un servidor de políticas y un Intermediario de Ancho de Banda. Los encaminadores son dispositivos intermediarios en una red de comunicaciones que expide entrega de mensaje. En una única red que enlaza muchos ordenadores a través de una
 5 malla de posibles conexiones, un encaminador recibe mensajes transmitidos y los reenvía a sus destinos correctos a través de rutas disponibles. Los encaminadores pueden ser dispositivos informáticos sencillos o dispositivos informáticos complejos. Por ejemplo, un encaminador puede ser un ordenador que incluye memoria, procesadores, y unidades de interfaz de red. De acuerdo con una realización de la invención, los encaminadores 125_{D-F}, como 125_{A-C} son encaminadores de IP programables que pueden configurarse para soportar casi cualquier método de planificación conocido o combinación, tal como PQ y DRR, como se ha analizado anteriormente.

10 Los GGSN 135_{A-B} están acoplados entre sí, a los SGSN y a redes externas a través de los encaminadores 125_{A-C} y actúan como pasarelas a redes externas, tales como la red de datos 140 y la red de datos 145. Las redes 140 y 145 pueden ser la Internet pública o una red de datos privada. Los GGSN 135_{A-B} permiten que el MS 105 acceda a la red 140 y a la red 145.

15 El operador puede establecer reglas de QoS para determinar si aceptar o no un paquete basándose en diferentes clases de servicio para un usuario particular o grupo de usuarios. Por ejemplo, el tráfico conversacional desde el grupo de usuarios A puede llevarse usando comportamiento de EF convencional. El usuario específico de MN 105 puede diferenciarse en uno de estos grupos de usuarios por un identificador asociado con el usuario. Por ejemplo, el
 20 identificador puede ser el número de Estación móvil Red Digital de Servicios Integrados (MSISDN) del usuario que es conocido para tanto los nodos de soporte de SGSN como del GGSN.

25 El servidor de política 190 está acoplado una red principal 120 a través de medios de comunicación. El servidor de política 190 puede estar programado por un operador con reglas para gestionar la calidad de servicio (QoS) de 3GPP a mapeo de QoS de IP para la red de IP móvil 100. Más específicamente, un operador puede generar las reglas que se usan por los nodos en la red de IP móvil 100 para ayudar a asegurar la QoS de extremo a extremo. Estas reglas pueden suministrarse a los nodos por el servidor de política 190.

30 El intermediario de banda ancha 195 está acoplado a la RAN 110 y a la red principal 120 a través de los medios de comunicación. El BB 195 puede estar programado por un operador con reglas para gestionar, entre otras cosas, los parámetros de planificación asociados con los encaminadores.

35 Adicionalmente, ordenadores, y otros dispositivos electrónicos relacionados pueden estar conectados a la red 140 y a la red 145. La misma Internet pública puede estar formada de un vasto número de tales redes, ordenadores, y encaminadores interconectados. La red de IP móvil 100 puede incluir muchos más componentes que aquellos mostrados en la Figura 1. Sin embargo, los componentes mostrados son suficientes para desvelar una realización ilustrativa para poner en práctica la presente invención.

40 El medio usado para transmitir información en los enlaces de comunicación como se ha descrito anteriormente ilustra un tipo de medio legible por ordenador, en concreto medios de comunicación. En general, medio legible por ordenador incluye cualquier medio que pueda accederse por un dispositivo informático. Medios de comunicación normalmente incorporan instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa, u otros
 45 datos en una señal de datos modulada tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte e incluye cualquier medio de entrega de información. La expresión "señal de datos modulada" significa una señal que tiene una o más de sus características establecidas o cambiadas de tal manera para codificar información en la señal. A modo de ejemplo, medios de comunicación incluyen medios alámbricos tales como par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, guías de onda y otros medios alámbricos y medios inalámbricos tales como acústico, RF, infrarrojos y otros medios inalámbricos.

50 La Figura 2 muestra otro sistema a modo de ejemplo en el que la invención opera en la que un número de redes de área local ("LAN") 220_{a-d} y red de área extensa ("WAN") 230 están interconectadas por los encaminadores 210. En un conjunto interconectado de LAN incluyendo aquellas basadas en diferentes arquitecturas y protocolos, un encaminador actúa como un enlace entre las LAN, posibilitando que se envíen mensajes unas con las otras.

55 Los encaminadores 210 están configurados de manera que pueden establecerse dinámicamente los parámetros para mostrar cualquier esquema de planificación deseado. De acuerdo con una realización de la invención, los encaminadores 210 son encaminadores de IP programables que pueden ajustarse para combinar funcionalidad de planificación de PQ y DRR.

60 Los enlaces de comunicación en las LAN normalmente incluyen par de cable trenzado, fibra óptica, o cable coaxial, mientras que los enlaces de comunicación entre redes pueden utilizar líneas de telefonía analógica, líneas digitales especializadas completas o fraccionales que incluyen T1, T2, T3 y T4, Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN), Líneas Digitales de Abonados (DSL), enlaces inalámbricos u otros enlaces de comunicaciones. Adicionalmente, ordenadores, tal como el ordenador remoto 240, y otros dispositivos electrónicos relacionados
 65 pueden conectarse de manera remota a cualquiera de las LAN 220_{a-d} o la WAN 230 mediante un módem y enlace de teléfono temporal. El número de WAN, LAN y encaminadores en la Figura 2 puede aumentarse o reducirse sin

alejarse del espíritu o alcance de esta invención. Como tal, la misma Internet puede formarse a partir de un vasto número de tales redes, ordenadores, y encaminadores interconectados y que una realización de la invención podría ponerse en práctica a través de la Internet sin alejarse del alcance de la invención.

5 **Programación programable para encaminadores de IP**

La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de un encaminador de IP programable de acuerdo con aspectos de la invención. Como se muestra en la figura, el encaminador de IP 300 incluye la interfaz DiffServ 310, la interfaz de entrada 320, el agente de QoS 330, la interfaz de configuración de planificación 355, el núcleo de encaminamiento 340 y la interfaz de salida 350. El encaminador 300 puede incluir muchos más componentes que aquellos mostrados en la Figura 3. Sin embargo, los componentes mostrados son suficientes para desvelar una realización ilustrativa para poner en práctica la presente invención.

Como se ilustra en la Figura 3, el encaminador 300 se divide en seis bloques funcionales. El núcleo de encaminamiento 340 proporciona una funcionalidad de encaminamiento y conmutación normal del encaminador. Una de las funcionalidades del núcleo de encaminamiento es seleccionar la interfaz de salida para paquetes de datos que entran a través de la interfaz de entrada. El núcleo de encaminamiento mueve paquetes entre interfaces de acuerdo con políticas establecidas. Para los fines de este análisis, el núcleo de encaminamiento 340 puede pensarse como un panel de conexiones de cero retardo de ancho de banda infinito que conecta las interfaces.

La interfaz DiffServ 310 monitoriza y aprovisiona parámetros de operación de DiffServ relacionados con el sistema de planificación. Los parámetros monitorizados pueden incluir estadísticas con respecto al tráfico llevado en diversos niveles de servicio DiffServ. Estas estadísticas pueden usarse para fines de contabilidad y/o para rastrear cumplimiento a las Especificaciones de Acondicionamiento Aprovisionadas (TCS) negociadas con clientes. Los parámetros aprovisionados son principalmente los parámetros de TCS para clasificadores y contadores y los parámetros de configuración de comportamiento por salto (PHB) asociados para acciones y elementos de puesta en cola. El operador, normalmente a través de un administrador de sistema, interactúa con la interfaz DiffServ 310 a través de uno o más protocolos de gestión, tal como el protocolo SNMP o COPS, o a través de otras herramientas de configuración de encaminador. El operador puede interactuar con la interfaz DiffServ 310 a través de un intermediario de ancho de banda, servidor de política, un terminal en serie, una consola telnet y similares.

Las reglas de política específicas y objetivos que rigen el comportamiento de DiffServ de un encaminador se instalan normalmente por mecanismos de gestión de política.

La interfaz de entrada 320, el núcleo de encaminamiento 340 y la interfaz de salida 350 se ilustran en el centro del diagrama que ilustra el encaminador 300. En implementaciones de encaminador reales, puede haber cualquier número de interfaces de entrada y de salida interconectadas por el núcleo de encaminamiento. El elemento de núcleo de encaminamiento sirve como una abstracción de una funcionalidad de encaminamiento y conmutación normal del encaminador.

El bloque de QoS opcional 330 puede usarse para ayudar a aplicar requisitos de QoS. El encaminador 300 puede sondear o participar en cualquier señalización de requisitos de QoS por microflujo o por flujo-agregado, por ejemplo usando el protocolo RSVP. El sondeo de mensajes RSVP puede usarse, por ejemplo, para aprender cómo clasificar el tráfico sin participar realmente como un par de protocolo de RSVP. El encaminador DiffServ 300 puede rechazar o admitir solicitudes de reserva de RSVP para proporcionar un medio de control de administración a servicios basados en DiffServ o puede usar estas solicitudes para activar cambios de aprovisionamiento para un flujo-agregación en la red DiffServ. Si el bloque de QoS 330 se incluye en el encaminador 300, puede únicamente estar activo en el plano de control y no en el plano de datos. En este caso, RSVP podría usarse simplemente para señalar un estado de reserva sin instalar ninguna reserva real en el plano de datos del encaminador 300. El plano de datos podría aún actuar puramente en los DSCP de DiffServ y proporcionar PHB para manejar tráfico de datos sin el manejo normal por micro-flujo esperado para soportar algunos servicios.

La interfaz de entrada 320 proporciona elementos de clasificación, medición, acción y puesta en cola. Los clasificadores están parametrizados por filtros y corrientes de salida. Los paquetes desde la corriente de entrada se clasifican en diversidad de corrientes de salida por filtros que adaptan los contenidos del paquete o posiblemente adaptan otros atributos asociados con el paquete. El elemento de clasificador más sencillo es uno que adapta todos los paquetes que se han de aplicar en su entrada. En este caso, el clasificador puede omitirse. Un clasificador puede clasificar también las corrientes de entrada de acuerdo con su clase de servicio.

La interfaz de entrada 320 puede configurarse para identificar tráfico en clases, medirla, y asegurar que cualquier exceso de tráfico se trata apropiadamente de acuerdo con el PHB. Por ejemplo, para comportamiento de AF, esto puede significar marcar el exceso de tráfico; para EF, esto puede significar descartar exceso de tráfico o conformarlo a una tasa máxima.

Un paquete que llega a la interfaz de entrada 320 toma su política desde un clasificador, que selecciona tráfico de acuerdo con alguna especificación para cada clase de tráfico. Normalmente, un clasificador identifica la diversidad

de tráfico y lo descompone en clases separadas. De acuerdo con una realización de la invención, se clasifican paquetes de acuerdo con una prioridad de importancia y una prioridad de urgencia. Pueden implementarse más prioridades.

5 Para planificación de red y quizás otros fines de negocio, tal como para fines de facturación, normalmente se cuenta el tráfico que llega. Por lo tanto, se configura una acción de recuento. También, el tráfico puede marcarse o remarcarse con el DSCP apropiado por una acción de marcado. El operador puede seleccionar los niveles de importancia y urgencia de acuerdo con su modelo de negocio. Por ejemplo, si el operador desea maximizar los ingresos instantáneos, la importancia debería tener una relación directa al beneficio financiero del paquete para el
10 operador de red. Cuando el objetivo del operador es soportar el negocio principal de la empresa, podría proporcionarse preferencia a aquellas aplicaciones que son importantes para alcanzar ese objetivo.

El marcado de las prioridades de paquete se hace normalmente en el primer nodo que está controlado por el operador de red. El paquete normalmente no necesita marcado adicional por ninguno de los otros nodos. De acuerdo con otra realización de la invención, el marcado del paquete puede hacerse en el nodo móvil. Bajo este
15 escenario, se establece una relación confidencial entre el usuario y el operador. También pueden remarcarse paquetes. Por ejemplo, los paquetes pueden re-clasificarse en los límites entre dominios de red.

Un elemento de medición puede usarse para determinar si la corriente está dentro de una tasa predeterminada monitorizando condiciones de tráfico en tiempo real. Como resultado de la información obtenida por el elemento de medición pueden activarse acciones en el encaminador de DiffServ. Por ejemplo, puede usarse un elemento de medición para determinar cuándo se está sirviendo al cliente de acuerdo con su acuerdo de nivel de servicio (SLA). Un contador mide la tasa a la que pasan los paquetes que componen una corriente o flujo de tráfico, compara la
20 tasa medida a algún conjunto de umbrales y produce algún número de resultados potenciales. Un paquete se dice que es conforme a un nivel especificado si, en el momento en el que se está examinando el paquete, la corriente parece estar dentro del límite de la tasa para el perfil asociado con ese nivel.

Un elemento de acción establece la acción a aplicarse al paquete. Por ejemplo, el elemento de acción puede marcar un paquete, descartar un paquete de acuerdo con la clasificación y cola en cuestión, multiplexar, contar o realizar una acción nula. Las acciones son eventos, en una interfaz DiffServ que pueden afectar al paquete. Una acción puede calcular estadísticas sobre tráfico en diversas clases configuradas, marcarlas con un DSCP, descartarlas, o ponerlas en cola antes de que pasen para otro procesamiento.
30

Los marcadores de punto de código DiffServ (DSCP) son elementos que establecen un punto de código (por ejemplo el DSCP en un encabezamiento de IP). Los marcados de DSCP se aplican normalmente por un nodo aguas arriba confiable, por ejemplo un cliente, o por los encaminadores de borde en la entrada a la red DiffServ. Los marcadores DSCP puede actuar también en paquetes no marcados (por ejemplo aquellos emitidos con DSCP de cero) o pueden remarcar paquetes previamente marcados. El conjunto de marca en un paquete determinará su tratamiento de PHB posterior en nodos aguas abajo de una red y posiblemente también en etapas de procesamiento
35 posteriores en el encaminador 300. Los marcadores DSCP para DiffServ normalmente están parametrizados por un único parámetro: el DSCP 6-bit a marcarse en el encabezamiento de paquete.

La interfaz de salida 350 está dispuesta para recibir datos desde la interfaz DiffServ 310, el núcleo de encaminamiento 340, la interfaz de configuración de planificación 355 y el bloque de QoS 330. La interfaz de salida 350 también incluye una salida para emitir paquetes usando la configuración de planificación apropiada. Como se ha mencionado anteriormente, pueden aplicarse muchas acciones a los paquetes.
45

Los elementos de puesta en cola modulan la transmisión de paquetes que pertenecen a las diferentes corrientes de tráfico y determinan su ordenación, almacenándolos posiblemente de manera temporal o descartándolos. Los paquetes normalmente se almacenan, ya sea puesto que es una restricción de recursos (por ejemplo, ancho de banda disponible) que evita el reenvío inmediato, o ya sea puesto que el bloque de puesta en cola se está usando para modificar las propiedades temporales de una corriente de tráfico (es decir conformación). Sin embargo, cuando se usan varias colas juntas en un sistema de puesta en cola, puede conseguirse también efectos más allá para las corrientes de tráfico dadas. Pueden usarse para limitar la variación en retardo o imponer una tasa máxima (conformación), para permitir que varias corrientes compartan un enlace de una manera semi-predecible, o para mover la variación en retardo desde algunas corrientes a otras corrientes. Los elementos de puesta en cola en el encaminador 300 pueden usarse para implementar diferentes comportamientos, tal como el comportamiento de AF/EF.
50

La interfaz de configuración de planificación 355 incluye parámetros que establecen la planificación del encaminador 300. En general, un planificador es un elemento que ingresa la salida de cada paquete que llega en una de sus entradas, basándose en una disciplina de servicio. El planificador normalmente tiene una o más entradas y una salida. Cada entrada tiene un elemento aguas arriba al que está conectado, y un conjunto de parámetros que afecta a la planificación de paquetes recibidos en esa entrada. El planificador puede utilizar diversos algoritmos de planificación, incluyendo, pero sin limitación, puesta en cola de prioridad y déficit de orden cíclico. Pueden usarse también otros algoritmos de planificación. La interfaz de configuración de planificación usa un conjunto de
55

parámetros de planificación para definir 1) el número y posiciones relativas de las etapas de planificación, 2) el método de planificación aplicado por cada etapa de planificación, 3) todos los parámetros relevantes para el método seleccionado y 4) la posición de las colas en la jerarquía de planificación. Los planificadores pueden usarse para conformar corrientes de tráfico para adaptar algún perfil retardando paquetes que pueden considerarse no conformes por algún nodo aguas abajo: un paquete se retarda hasta tal tiempo que estuviera conforme a un contador aguas abajo usando el mismo perfil. Los PHB, tal como los selectores de clase, o AF/EF, tienen descripciones o parámetros de configuración que sugieren fuertemente el tipo de disciplina de planificación necesaria para implementarlos.

La Figura 4 ilustra colas con un sistema de planificación de múltiples etapas, de acuerdo con aspectos de la invención. Como se muestra en la figura, el sistema 400 incluye el sistema de planificación 1 410, y el sistema de planificación 2 420.

En este caso a modo de ejemplo, el objetivo del sistema de planificación de múltiples etapas es compartir el ancho de banda más controlado entre clases de tráfico. Esto es especialmente necesario en interfaces de radio cuando el tráfico debe manejarse en una manera basada en flujo.

La combinación de métodos de planificación puede planificarse con planificación de una etapa o de múltiples etapas. En el último caso las etapas pueden tener completamente diferentes tipos de métodos de planificación. Por ejemplo, la primera etapa (410), más cerca del enlace de salida 425, puede compartir el ancho de banda de enlace usando planificación ponderada pero la segunda planificación de etapa (420) puede usar puesta en cola de prioridad.

La Figura 5 ilustra un sistema de planificación programable para un encaminador de IP, de acuerdo con aspectos de la invención. Como se muestra en la figura, el sistema de planificación 500 incluye la planificación programable 510, el conjunto de parámetros de planificación 502, el enlace de salida 530, la interfaz de configuración de planificación 535, y las colas 545.

De acuerdo con la invención, la centralita de planificación programable 510 es un planificador que puede reconfigurarse dinámicamente para implementar en una planificación de una etapa o de múltiples etapas a través de la Interfaz de configuración del planificador 535. Se usa un conjunto de parámetros de planificación (520) para definir 1) el número y posiciones relativas de las etapas de planificación, 2) el método de planificación aplicado por cada etapa de planificación, 3) todos los parámetros relevantes para el método seleccionado y 4) la posición de las colas en la jerarquía de planificación. Por consiguiente, el enrutador de IP programable está equipado con una interfaz que soporta los parámetros anteriores. De acuerdo con la invención, la interfaz se denomina una interfaz de configuración de planificación. De acuerdo con la invención, la implementación del planificador programable y jerárquica puede usar diversos métodos de planificación, tal como puesta en cola de prioridad o déficit de orden cíclico, en cualquier etapa de planificación.

Como se ilustra en la figura, la salida encaminador consiste en dos o más colas físicas. Estas colas pueden implementarse en hardware o software y su número N puede ser configurable. De acuerdo con una realización de la invención, a cada cola física se asigna un conjunto de parámetros que incluye un parámetro de etapa, un parámetro de etapa superior, un parámetro de método, y parámetros de planificación. El parámetro de etapa es la etapa de planificación para la cola. El parámetro de etapa superior hace referencia a una etapa superior a la que está conectada la etapa. El parámetro de método hace referencia al método de planificación usado en esta etapa. De acuerdo con una realización de la invención, el método de planificación puede ser PQ o DRR. Pueden usarse otros métodos de planificación. Los parámetros de planificación son parámetros pertinentes para el método de planificación seleccionado. Por ejemplo, el orden de servicio en PQ, o un cuanto de ponderación de planificación en DRR.

Los parámetros se proporcionan como entrada para el planificador PQ/DRR programable que reconstruye la jerarquía de planificación y aplica los parámetros para obtener el método de planificación deseado.

De manera eficaz, para cada cola física se define una trayectoria a través de la jerarquía de planificación. Esto define, de una manera desambigua la operación del planificador.

De acuerdo con una realización de la invención, se usa una lista vinculada, que empieza en la etapa 1, para definir el método de planificación. La lista de enlaces se crea de acuerdo con el número de colas y sus parámetros (etapa, etapa superior, método, parámetros).

De acuerdo con una realización de la invención, la lista vinculada de todas las colas físicas y virtuales se mantiene de acuerdo con las reglas usadas en el algoritmo de DRR original. Cuando una cola (virtual o física) se vuelve vacía, se elimina de la lista. Cuando una cola (virtual o física) se vuelve no vacía, se añade a la parte de la cola de la lista. Cuando una cola de DRR ha sido servida (y la cola permanece no vacía), se elimina en primer lugar de la lista y a continuación se añade a la parte de la cola de la lista.

Este mecanismo no afecta las colas de prioridad (virtual o física), puesto que el orden de servicio se marca a estas

colas. Puesto que las colas llevan su número de etapa, podemos suponer la misma lista para todas las etapas.

La Figura 6 ilustra un proceso para un método de planificación programable, de acuerdo con aspectos de la invención. Para fines de explicación, el flujo de proceso está basado en la idea de que el encaminador tiene dos procesos.

El primer proceso (610) comienza en el bloque 660 punto en el cual llega el paquete. Moviéndose al bloque 665, el paquete de IP que llega se almacena en la cola física apropiada, basándose en, por ejemplo, el punto de código DiffServ (DSCP) en el encabezamiento de paquete de IP. Después de la llegada del paquete, y el almacenamiento del paquete a la cola apropiada, el proceso pasa al bloque 670 punto en el cual se reconstruye la jerarquía de planificación (si fuera necesario).

El segundo proceso (605) empieza desde el planificador de nivel más alto en el bloque 615, que está conectado al enlace de salida. Moviéndose al bloque 620, el planificador selecciona una entrada basándose en el método de planificación. De acuerdo con una realización de la invención, el método de planificación puede ser una combinación de PQ y DRR. Pasando al bloque 625, si fuera necesario, se actualizan los parámetros del planificador (se restan déficits por cuantos en el caso de DRR). Fluyendo al bloque de decisión 630 se realiza una determinación en cuanto a si la entrada está conectada a una cola virtual (en lugar de a una física). Cuando lo está, el proceso fluye al bloque 635 donde se repite el proceso en la siguiente etapa. Cuando la entrada no está conectada a una cola virtual, a continuación se halla la cola física y el proceso se mueve al bloque 640. En el bloque 640, se toma el paquete de la cola y se transmite al enlace de salida. A continuación, en el bloque 645, los parámetros del planificador pueden actualizarse si fuera necesario.

La Figura 7 ilustra cómo puede implementarse un modelo de puesta en cola de dos etapas general con el planificador de PQ/DRR programable, de acuerdo con aspectos de la invención. Como se muestra en la figura, el modelo de puesta en cola 700 incluye la etapa 710, la etapa 120, la etapa 730, la etapa 740 y la etapa 750.

La etapa 750 está acoplada a tres colas (751-753) y usa una puesta en cola de equidad ponderada. La etapa 740 está acoplada a las colas 741-743 y usa puesta en cola de prioridad. La etapa 730 está acoplada a las colas 731-733 y usa DRR, en el que las tasas de planificación (cuantos) son 50, 30, y 20, respectivamente para las tres colas. La etapa 720 está acoplada a la salida de la etapa 730 y a la cola 721 y usa PQ y tiene un orden de servicio de 1 y 2, respectivamente, para las colas. La etapa 710 está acoplada a la cola 711 y a la salida de la cola 720 y usa PQ con ponderaciones de planificación de 1 y 2, respectivamente.

La presente invención proporciona muchas ventajas. Una ventaja es que la misma implementación del producto de encaminador puede ser extremadamente a prueba de futuro en términos de planificación. Cuando cambian unos requisitos del operador, no es necesaria nueva implementación. Esto reduce costes de R&D para los encaminadores. Además, este tipo de solución puede esperarse que sea conocida entre los operadores. El riesgo de que un operador seleccione el enfoque de QoS incorrecto para encaminadores de IP se reduce fuertemente.

Otra ventaja es que no hay restricciones para planificar el encaminador, tal como únicamente poder elegir desde un pequeño conjunto de métodos de planificación predefinidos y hacer algunas combinaciones sencillas, normalmente únicamente en una etapa.

La especificación anterior, ejemplos y datos proporcionan una descripción completa de la fabricación y uso de la composición de la invención. Puesto que pueden realizarse muchas realizaciones de la invención, la invención reside en las reivindicaciones adjuntas a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para un planificador programable, que comprende:

5 una interfaz de configuración de planificación (355, 535) acoplada a una disposición de interfaz (320, 350),
 siendo la disposición de interfaz para recibir y emitir paquetes, mientras que
 la interfaz de configuración de planificación (355, 535) está acoplada adicionalmente a un núcleo de
 encaminamiento (340), en donde el núcleo de encaminamiento es para proporcionar funcionalidad de
 10 encaminamiento y conmutación relacionadas con los paquetes y la disposición de interfaz (320, 350) es para
 acoplarse al núcleo de encaminamiento (340);
 la interfaz de configuración de planificación (355, 535) está dispuesta para proporcionar una configuración de
 planificación, y está programada para implementar un número de algoritmos de planificación de manera que la
 disposición de interfaz (320, 350) puede emitir paquetes de acuerdo con la configuración de planificación;
 15 el aparato es para un planificador programable que puede reconfigurarse dinámicamente al vuelo para soportar
 planificación de única etapa y de múltiples etapas (410, 420) a través de la interfaz de configuración de
 planificación; y
 en donde los parámetros relacionados con la configuración de planificación son recibidos en la interfaz de
 configuración de planificación (355, 535) para usarse para determinar la configuración de planificación,
 20 definiendo los parámetros un número y posiciones relativas de etapas de planificación, un método de
 planificación aplicado por las etapas de planificación, parámetros para el método de planificación y una posición
 de colas en una jerarquía de planificación.

2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la configuración de planificación usa un método de puesta en cola de
 prioridad y/o un método de déficit de orden cíclico en cualquier etapa de planificación.

3. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición de interfaz (320, 250) está
 configurada adicionalmente para clasificar el paquete en clases separadas.

4. El aparato de la reivindicación 3, que comprende adicionalmente un bloque de calidad de servicio acoplado a la
 disposición de interfaz (320, 250), estando configurada la interfaz de configuración de planificación (355, 535) para
 30 aplicar requisitos de calidad de servicio.

5. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el planificador programable es para un
 encaminador de protocolo de Internet.

6. Un encaminador (300) que comprende:

una disposición de interfaz (320, 350) dispuesta para recibir los paquetes y transmitir paquetes a nodos a través
 de una red;
 40 una interfaz de configuración de planificación (355, 535) acoplada a un núcleo de encaminamiento (340), en
 donde el núcleo de encaminamiento es para proporcionar la funcionalidad de encaminamiento y conmutación
 relacionadas con los paquetes y la disposición de interfaz (320, 350) es para acoplar el núcleo de
 encaminamiento (340), estando configurada la interfaz de configuración de planificación para recibir los
 parámetros (520) relacionados con un método de planificación;
 45 un componente de planificación programable (510) configurado para implementar un método de planificación de
 una etapa y un método de planificación de múltiples etapas (410, 420) en respuesta a los parámetros (520)
 recibidos por la interfaz de configuración de planificación (355, 535), en donde el componente de planificación
 programable (510) puede reconfigurarse dinámicamente al vuelo para implementar un método de planificación de
 una etapa y un método de planificación de múltiples etapas a través de la interfaz de configuración de
 50 planificación en respuesta a parámetros recibidos por la interfaz de configuración de planificación (355, 535), en
 donde los parámetros recibidos por la interfaz de configuración de planificación definen un número y posiciones
 relativas de etapas de planificación, un método de planificación aplicado por las etapas de planificación,
 parámetros para el método de planificación y una posición de colas en una jerarquía de planificación; y
 una salida (530) dispuesta para emitir paquetes de manera que se sigue el método de planificación.

7. El encaminador (300) de la reivindicación 6, en el que el componente de planificación programable recibe entrada
 desde una pluralidad de métodos de planificación.

8. El encaminador (300) de la reivindicación 7, en el que la pluralidad de métodos de planificación puede usar al
 60 menos dos colas.

9. El encaminador (300) de la reivindicación 6, en el que las colas pueden implementarse en hardware.

10. El encaminador (300) de la reivindicación 6, en el que las colas pueden implementarse en software.

11. El encaminador (300) de la reivindicación 6, en el que las colas pueden implementarse en hardware y software.

12. El encaminador (300) de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, en el que la pluralidad de métodos de planificación comprenden un método de puesta en cola de prioridad y un método de déficit de orden cíclico.
- 5 13. El encaminador (300) de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, en el que los parámetros recibidos por la interfaz de configuración de planificación comprenden adicionalmente métodos de planificación aplicados por etapas de planificación.
- 10 14. El encaminador (300) de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13, en el que los parámetros recibidos por la interfaz de configuración de planificación comprenden adicionalmente parámetros relacionados con un método de planificación seleccionado.
- 15 15. El encaminador (300) de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 14, en el que dicho encaminador es un encaminador del protocolo de Internet.
- 15 16. Un sistema (500) para un planificador programable relacionado con encaminadores de protocolo de Internet, que comprende:
- 20 nodos, en donde los nodos incluyen una disposición de interfaz (320, 350) dispuesta para comunicar paquetes a través de la red; y
 un encaminador (300) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 15.
17. Un método para un planificador programable que soporta planificación de etapa única y de múltiples etapas, que comprende:
- 25 recibir y emitir paquetes por una disposición de interfaz (320, 350);
 encaminar y conmutar los paquetes por un núcleo de encaminamiento (340) acoplado a la disposición de interfaz (320, 350) y a una interfaz de configuración de planificación (355);
 proporcionar, por la interfaz de configuración de planificación (355), una configuración de planificación e
 implementar un número de algoritmos de planificación de manera que la disposición de interfaz (320, 350) puede
 30 emitir paquetes de acuerdo con la configuración de planificación;
 recibir parámetros en la interfaz de configuración de planificación (355, 535), en donde el planificador programable puede reconfigurarse dinámicamente al vuelo para implementar la planificación de una etapa y la planificación de múltiples etapas a través de la interfaz de configuración de planificación en respuesta a
 parámetros recibidos por la interfaz de configuración de planificación (355, 535); y
 35 determinar la configuración de planificación basándose en los parámetros recibidos, definiendo los parámetros un número y posiciones relativas de etapas de planificación, un método de planificación aplicado por las etapas de planificación, parámetros para el método de planificación y una posición de colas en una jerarquía de planificación.
- 40 18. El método de la reivindicación 17, que comprende adicionalmente:
- almacenar los paquetes recibidos en una cola física;
 determinar cuándo reconstruir una jerarquía de planificación, y cuando se reconstruye la jerarquía de
 45 planificación;
 seleccionar un método de planificación;
 seleccionar una entrada basándose en el método de planificación;
 determinar cuándo actualizar los parámetros del planificador;
 determinar cuándo la entrada está conectada a una cola virtual, y cuando lo está, continuar hasta que la entrada
 50 está conectada a la cola física, de lo contrario, tomar un paquete recibido desde la cola física y transmitir el paquete a un enlace de salida.
19. El método de la reivindicación 18, en el que determinar cuándo reconstruir la jerarquía de planificación comprende adicionalmente determinar cuándo se han recibido parámetros que se refieren a la jerarquía de
 55 planificación.
20. El método de la reivindicación 18, que comprende adicionalmente recibir dinámicamente los parámetros, y en donde seleccionar el método de planificación comprende adicionalmente programar el método de planificación en
 relación con los parámetros recibidos dinámicamente.
- 60 21. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, que comprende usar un método de puesta en cola de prioridad y/o un método de déficit de orden cíclico en cualquiera de las etapas de planificación.
22. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, en donde el método es para planificación programable de los encaminadores del protocolo de Internet (300).
- 65 23. Un programa informático que comprende medios de código de programa, que, cuando se ejecutan en un

ordenador, hacen que el ordenador realice las etapas de método de una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 22.

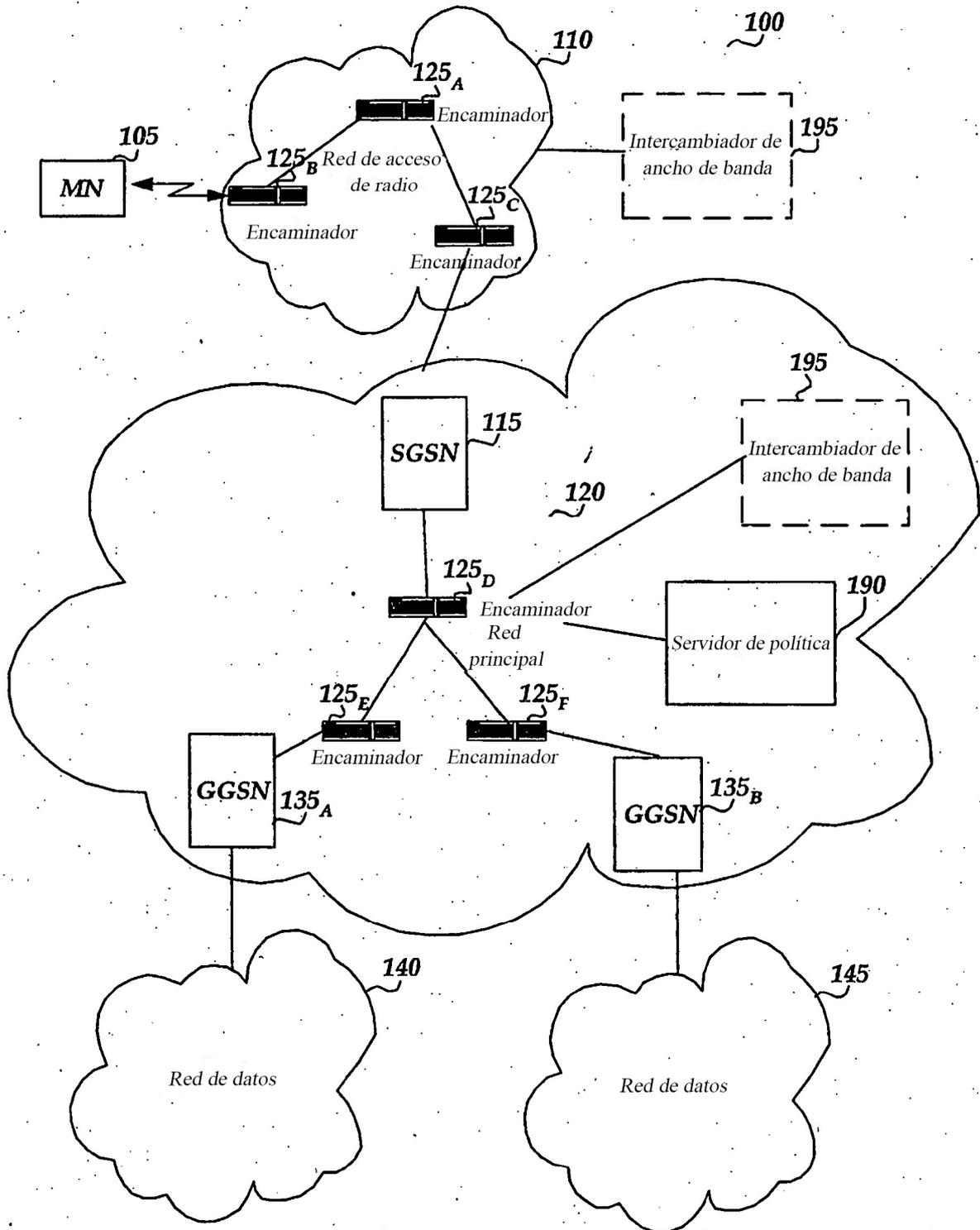


Fig.1

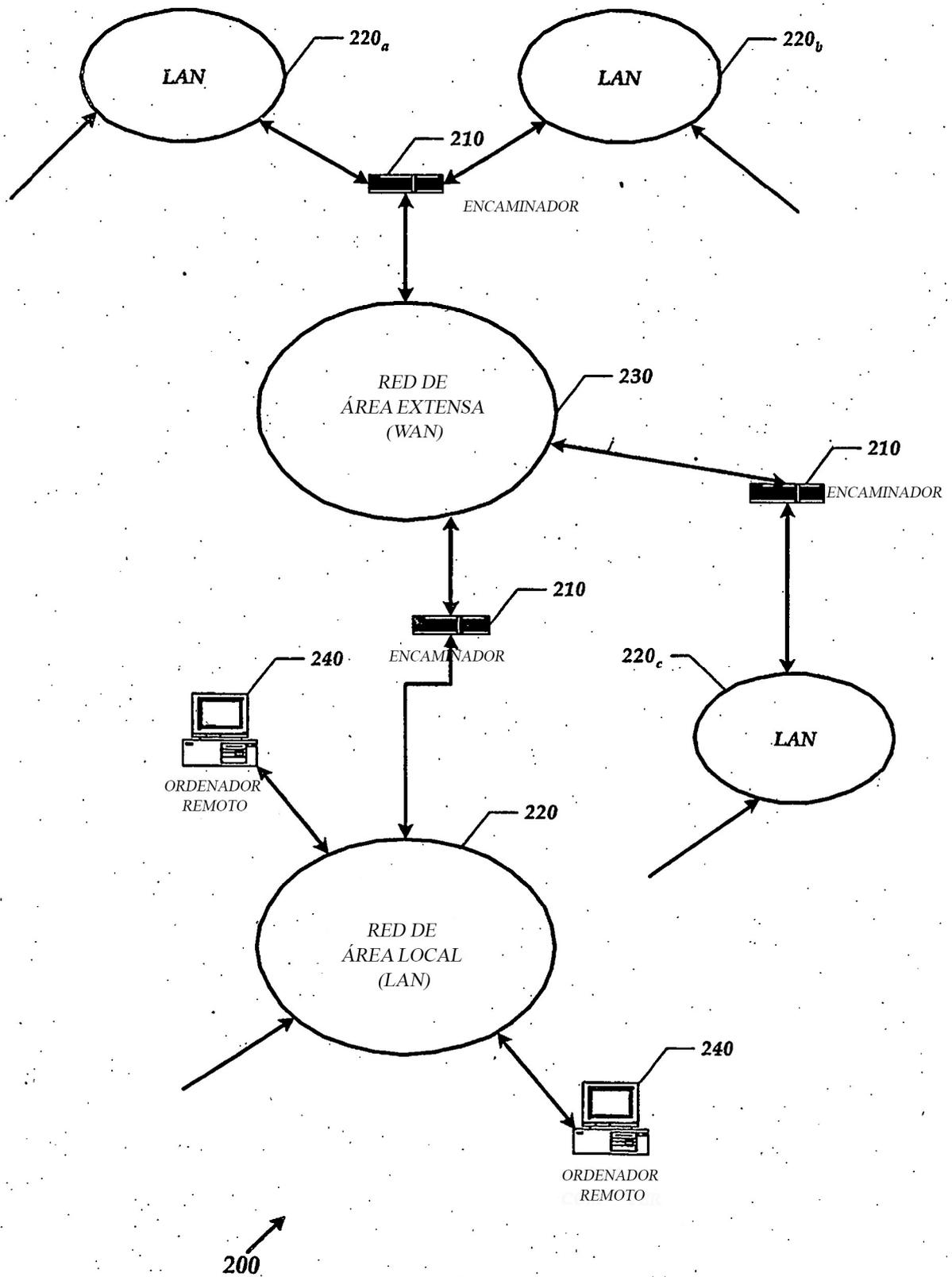


Fig.2

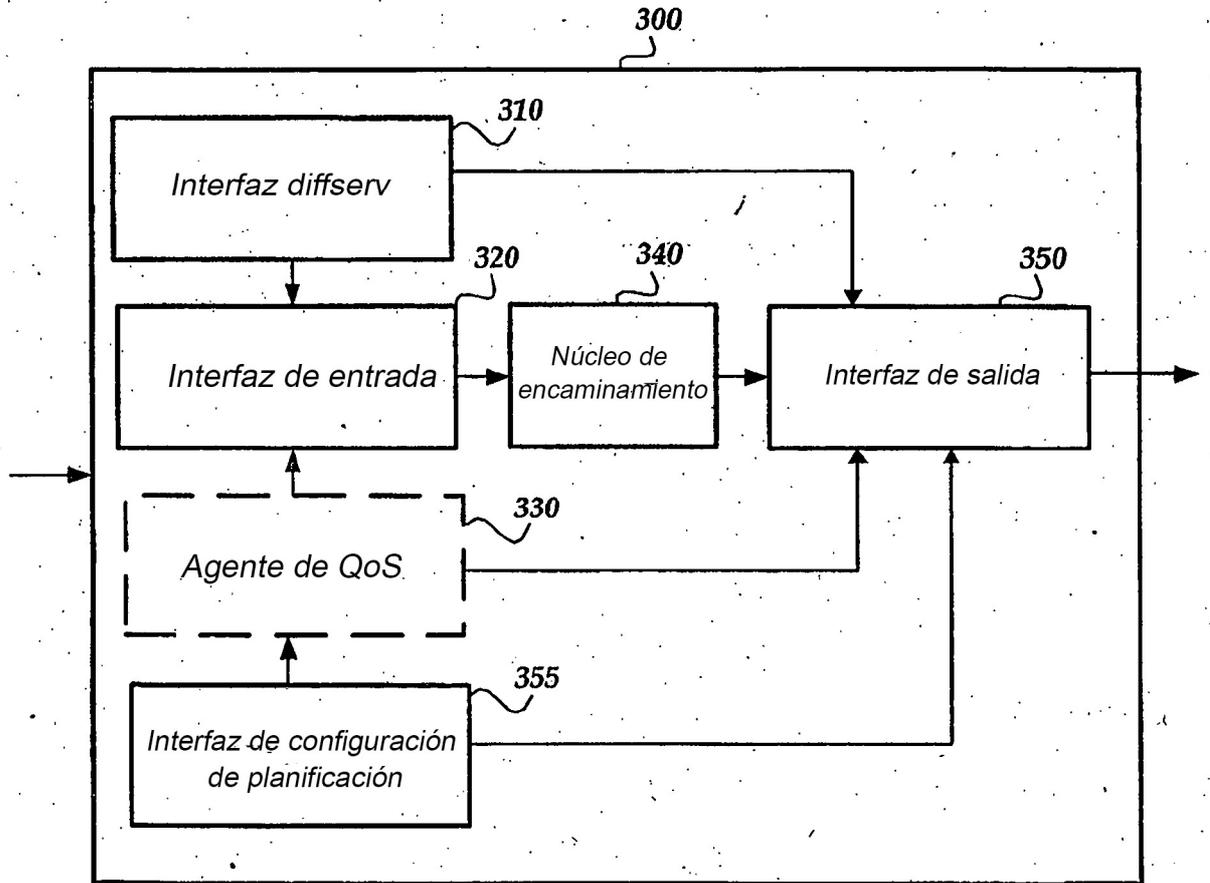


Fig.3

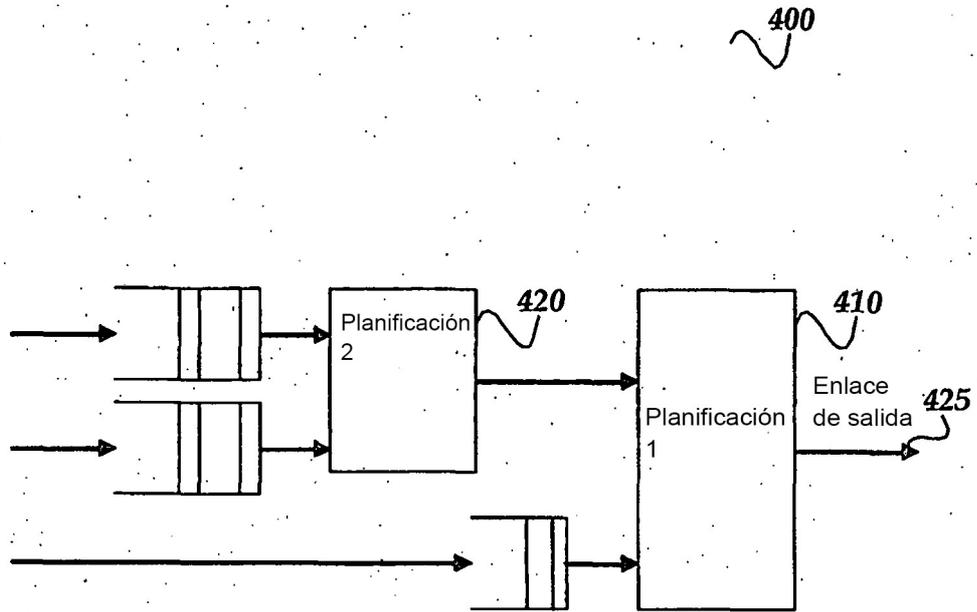


Fig.4

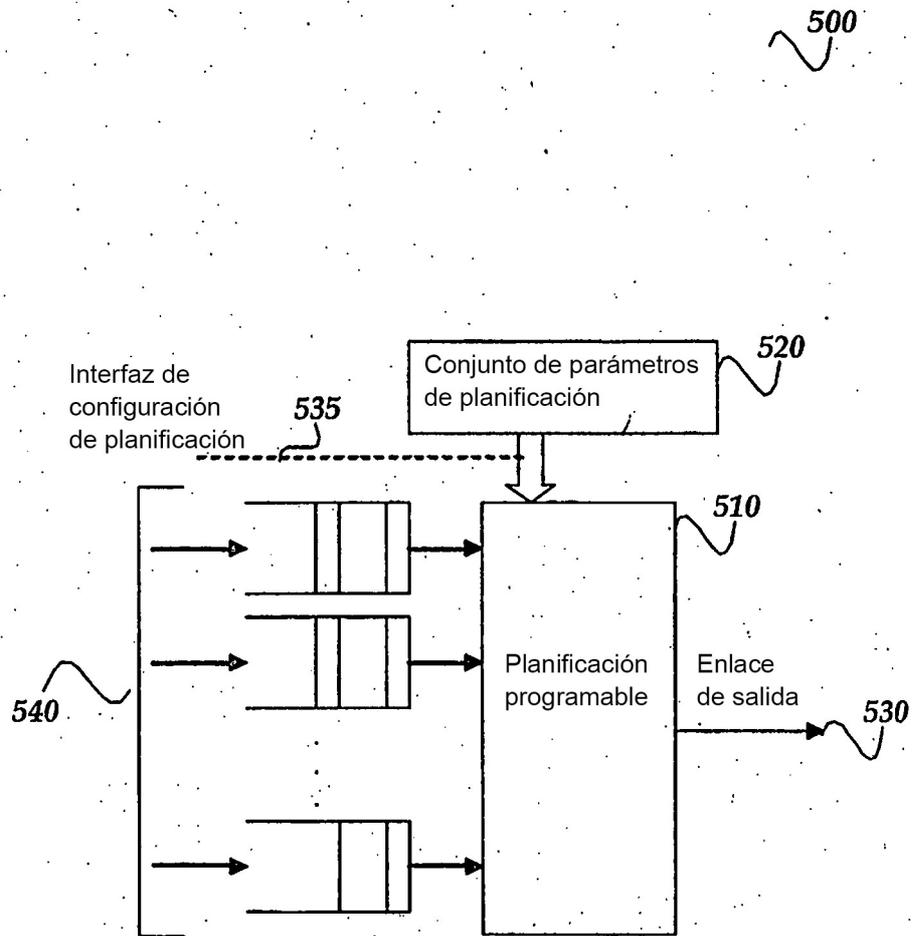


Fig.5

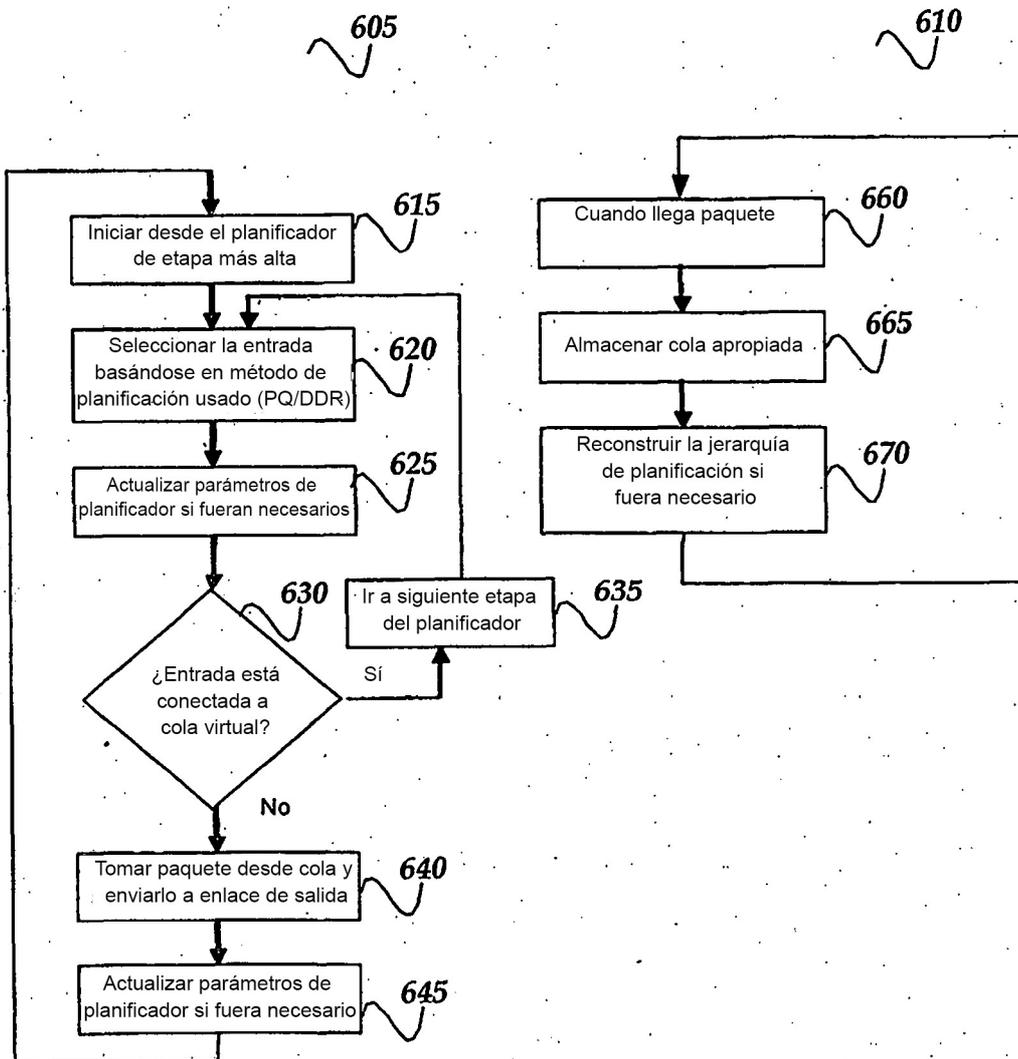


Fig.6

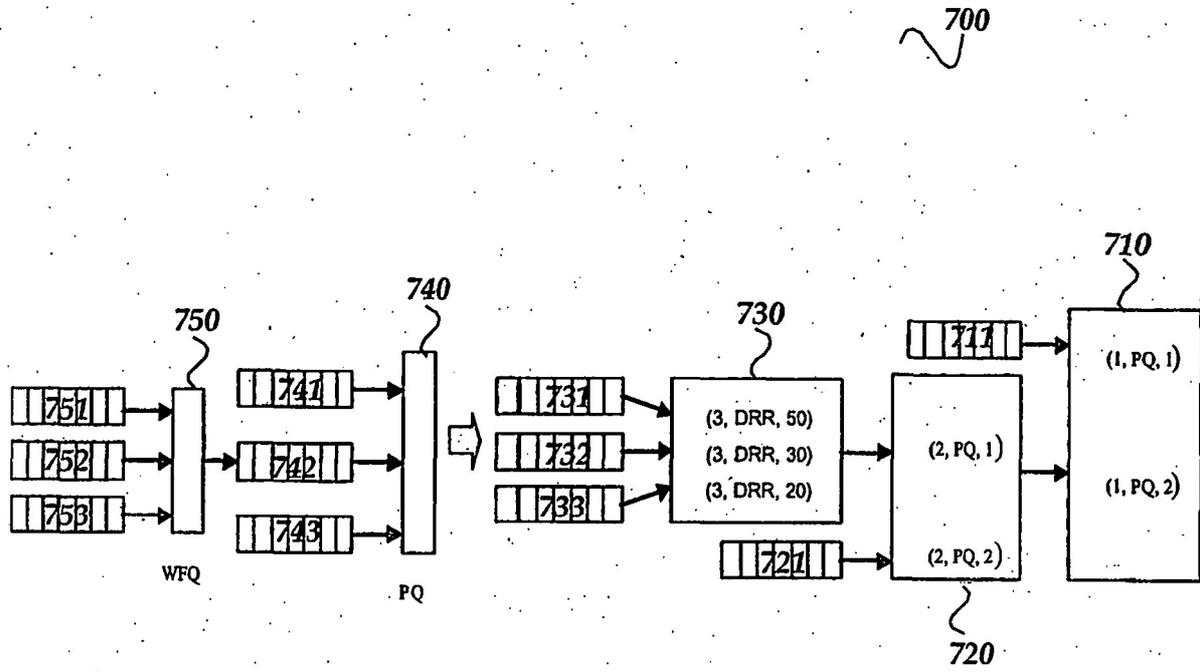


Fig.7