

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 304**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/801** (2013.01)

**H04W 28/10** (2009.01)

**H04W 28/02** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2010 E 10779063 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 2633650**

54 Título: **Control de congestión en una red de comunicación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.02.2015**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON  
(PUBL) (100.0%)  
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**JONSSON, ANDERS y  
SKARVE, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 529 304 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**

Control de congestión en una red de comunicación

**Sector técnico**

5 La presente invención se refiere al control de congestión en una red de comunicación, tal como una red de radiocomunicación.

**Antecedentes**

10 En las redes radioeléctricas HS-DSCH (High-Speed Downlink Shared CHannel, canal compartido de enlace descendente de alta velocidad) de WCDMA (Wideband Code-Division Multiple Access, acceso múltiple por división de código de banda ancha), el controlador de red radioeléctrica (RNC, radio network controller) es responsable de asegurar que hay datos disponibles en la estación base de radio (RBS, radio base station) para transmisión. Para facilitar esto, el RNC envía datos de control del radioenlace (RLC, radio link control) a través de una red de transporte (TN, transport network) a la RBS. Normalmente, el RNC controla el nivel de llenado de la memoria tampón en la RBS enviando unidades de datos de protocolo (PDUs, protocol data units) RLC a la RBS a través de un protocolo de trama (FP, frame protocol) de TN. Aunque la RBS envía asignaciones de capacidad (CA, capacity allocations) como entrada a esta conformación del tráfico, sigue siendo el RNC el que controla cuantos datos se envían a la RBS y con qué velocidad deberán hacerlo.

15 Cabe señalar que, dado que el RLC termina en el RNC y en el equipo de usuario (UE), cualesquiera datos RLC que residan en una cola RBS se consideran retardados por las entidades RLC involucradas en la transmisión de datos. Como resultado de esto, el RNC puede consultar datos de consulta de expiración de temporizador que se han transmitido desde el RNC pero aún no han sido acusados por el UE. Por lo tanto, por ejemplo, si la cantidad de datos en la cola de prioridad (PQ, priority queue) de la RBS es grande en relación con la velocidad agregada sobre la interfaz aérea (Uu), entonces la entidad RLC en el RNC puede consultar la entidad RLC en el UE debido a la acumulación de un retardo de transmisión, aunque en realidad no se haya perdido ningún dato. Por consiguiente, esto puede conducir a retransmisiones innecesarias de PDUs de RLC o POLL\_SUFIs (Super Fields, super campos) enviados exclusivamente para consultar a la entidad RLC receptora.

20 Las retransmisiones RLC pueden constituir asimismo un desafío potencial. Si éstas se retardan mediante datos ya almacenados en memoria tampón en la PQ, esto puede conducir a múltiples solicitudes de los mismos datos, aunque los datos retransmitidos previamente estén ya en tránsito pero almacenados en memoria tampón en la PQ de la RBS. En esta situación con retransmisiones retardadas, el UE en puede tener tiempo para enviar un informe de estado de RLC adicional antes incluso de que la retransmisión inicial se haya transmitido al UE sobre la interfaz aérea, lo que conduce a una situación en la que se podrían enviar múltiples copias de los mismos datos sobre las interfaces TN y Uu. Esto tiene como resultado una utilización ineficiente de los recursos de las interfaces TN y aérea, dado que las copias adicionales de PDUs de RLC retransmitidas no contribuyen al rendimiento experimentado por el usuario puesto que serán descartadas por la entidad RLC receptora en el UE.

25 El documento US 6.965.565 B1 da a conocer la comunicación de un estado de evento, tal como un desbordamiento de cola, enviando una cabecera de unidad de datos de protocolo, PDU, de segmentación y reensamblado corruptos, SAR, a través de un canal de datos, donde la cabecera PDU es la parte de control de la unidad de datos.

30 Nadas, S., et al., en el documento "Providing congestions control in the lub transport network for HSDPA", Global Telecommunications conference, 2007 Globecom '07, IEEE, dan a conocer control de congestión en la red de transporte.

35 Allman, M, et al., en el documento "TCP congestion control", RFC 2581, Internet Engineering Task Force, IETF, especifican cuatro algoritmos de control de congestión de TCP: arranque lento, evitación de congestión, retransmisión rápida y recuperación rápida.

40 Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de superar la utilización ineficiente de los recursos de interfaces TN y aérea.

**Compendio**

45 Por consiguiente, existe una necesidad de medios para gestionar la congestión en redes de comunicación, tales como redes de radiocomunicación. Un objetivo general de las realizaciones de la presente invención es dar a conocer un control de congestión en un nodo de red, tal como una estación base de radio (RBS), de una red de comunicación, tal como una red de radiocomunicación (por ejemplo, una red de radiocomunicación HS-DSCH WCDMA).

50 Según un primer aspecto, se da a conocer un procedimiento para el control de congestión en un nodo de red de una red de comunicación que utiliza un sistema de cola distribuida para la transmisión de unidades de datos. Dicho nodo de red tiene una cola de prioridad (PQ) para unidades de datos de protocolo (PDUs), de acuerdo con un protocolo

de retransmisión persistente. El procedimiento comprende detectar una condición indicativa de una congestión y, en respuesta a la misma, manipular el contenido de una PDU en la PQ.

5 Manipular el contenido de la PDU comprende alterar uno o varios bits de una carga útil unidades de datos de servicio (SDU, service data unit) de la PDU, mientras que se deja intacta (o "inalterada") una cabecera del protocolo de retransmisión persistente incluido en la PDU. Por ejemplo, alterar uno o varios bits de la carga útil de SDU de la PDU puede comprender alterar el último bit (posiblemente, solamente el último bit) de la PDU.

La PDU sujeta a manipulación puede ser, por ejemplo, una PDU en la cabeza de la PQ, o una PDU de la PQ a transmitir en el mismo intervalo de tiempo de transmisión (TTI, transmission time interval) que la PDU en la cabeza de la PQ.

10 La condición indicativa de congestión puede ser que se exceda a una longitud de memoria tampón objetivo o un tiempo de permanencia en la PQ. Alternativamente, la condición indicativa de congestión puede ser una pérdida de datos en la red de transporte (TN) entre un controlador de red y el nodo de red.

15 La red de comunicación puede ser una red de radiocomunicación, tal como una red radioeléctrica HS-DSCH WCDMA. El nodo de red puede ser una estación base de radio (RBS). Dichas PDUs, de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente, pueden ser PDUs de control del radioenlace (RLC). Dicho controlador de red puede ser un controlador de red radioeléctrica (RNC).

20 De acuerdo con un segundo aspecto, se da conocer un producto de programa informático que comprende medios de código de programa informático para ejecutar el procedimiento acorde con el primer aspecto cuando dichos medios de código de programa informático son ejecutados mediante una unidad de control programable del nodo de red.

25 De acuerdo con un tercer aspecto, se da a conocer un nodo de red para su funcionamiento en una red de comunicación que utiliza un sistema de cola distribuida para la transmisión de unidades de datos. Dicho nodo de red tiene una PQ para PDUs, de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente. El nodo de red comprende una unidad de control configurada para detectar una condición indicativa de una congestión y, en respuesta a la misma, manipular el contenido de una PDU en la PQ. La unidad de control está adaptada para manipular el contenido de la PDU alterando uno o varios bits de una carga útil de SDU de la PDU, y para dejar intacta una cabecera del protocolo de retransmisión persistente incluido en la PDU. Por ejemplo, la unidad de control puede estar adaptada para manipular el contenido de la PDU alterando el último bit (posiblemente, solamente el último bit) de la PDU.

30 La PDU sujeta a manipulación puede ser una PDU en la cabeza de la PQ, o una PDU de la PQ a transmitir en el mismo intervalo de tiempo de transmisión (TTI) que la PDU de la cabeza de la PQ.

Una condición indicativa de congestión que la unidad de control puede estar adaptada para detectar, es que se exceda la longitud de la memoria tampón objetivo o el tiempo de permanencia en la PQ. Alternativa o adicionalmente, una condición indicativa de congestión que la unidad de control puede estar adaptada para detectar es una pérdida de datos en una TN entre un controlador de red y el nodo de red.

35 La red de comunicación puede ser una red de radiocomunicación, tal como una red radioeléctrica HS-DSCH WCDMA. El nodo de red puede ser una RBS. Dichas PDUs, de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente, pueden ser PDUs de RLC. Dicho controlador de red puede ser un RNC.

40 Se definen realizaciones adicionales de la invención en las reivindicaciones dependientes. Se debe subrayar que el término "comprende/que comprende", cuando se utiliza en esta descripción, se ha tomado para especificar la presencia de características indicadas, números enteros, etapas o componentes, pero no excluye la presencia o adición de una o varias otras características, números enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

### Breve descripción de los dibujos

Resultarán evidentes objetivos adicionales, características y ventajas de realizaciones de la invención, a partir de la siguiente descripción detallada, haciéndose referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 45 la figura 1 muestra esquemáticamente una red de radiocomunicación;
- la figura 2 muestra esquemáticamente parte de una estación base de radio, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 3 muestra esquemáticamente una unidad de datos de protocolo, de acuerdo con un ejemplo;
- la figura 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento acorde con una realización de la presente invención;
- 50 la figura 5 muestra esquemáticamente un medio legible por ordenador y una unidad de control programable; y

la figura 6 muestra esquemáticamente un producto del programa informático a ejecutar en una unidad de control programable del nodo de red, de acuerdo con una realización de la presente invención.

### Descripción detallada

5 La figura 1 muestra esquemáticamente un entorno en el que se pueden utilizar realizaciones de la presente invención. Un controlador de red radioeléctrica (RNC) 10 de una red de radiocomunicación, tal como una red de radiocomunicación de canal compartido de enlace descendente de alta velocidad (HS-DSCH) de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA), está conectado operativamente a una serie de estaciones base de radio (RBS) 20, 20a-b que funcionan bajo el control del RNC 10. Además, un UE (equipo de usuario) 30a y un UE 30b están conectados operativamente a la RBS 20 sobre conexiones inalámbricas para la comunicación de paquetes de datos. Para mayor simplicidad, en la figura 1 se han incluido solamente los UEs 30a y 30b. Sin embargo, en realidad, cualquier número de UEs pueden estar conectados operativamente en cualquier momento a cualquiera de las RBS 20, 20a-b sobre dichas conexiones inalámbricas. En lo que sigue, se presentan realizaciones de la presente invención haciendo referencia a la RBS 20. Sin embargo, cualquiera de las RBSs 20a-b pueden estar configurada para funcionar del mismo modo que la RBS 20.

15 De acuerdo con realizaciones de la presente invención, un denominado sistema de cola distribuida se utiliza en el enlace descendente (DL), es decir, en el sentido desde el lado de la red hacia los UEs 30a-b. En dicho sistema de cola distribuida, la cola de las unidades de datos a enviar a los UEs 30a-b está distribuida entre el RNC 10 y la RBS 20, de manera que parte de de la cola reside en el RNC 10 y parte de la cola reside en la RBS 20. Además, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, se utiliza un denominado protocolo de retransmisión persistente, tal como el protocolo de control del radioenlace (RLC) utilizado normalmente en HS-DSCH de WCDMA. Un protocolo de retransmisión persistente es un protocolo que envía datos, monitoriza la respuesta procedente de la entidad receptora y, en caso de pérdida de respuesta o de indicación de datos perdidos o descodificados erróneamente, solicita la retransmisión y sigue haciendo esto, por ejemplo, durante un tiempo o un número de intentos predefinido.

25 A continuación se describen realizaciones de la presente invención en el contexto de una red de radiocomunicación HS-DSCH WCDMA, es decir, una red radioeléctrica en la que se pueden transmitir datos sobre HS-DSCH WCDMA (y, posiblemente, asimismo sobre otros tipos de canales). Sin embargo, esto no está previsto como limitativo. Algunas realizaciones de la presente invención son igualmente aplicables a otros tipos de redes de radiocomunicación (u otras) que utilizan un sistema de cola distribuida para la transmisión de unidades de datos, donde en la cola está distribuida entre un controlador de red (por ejemplo, RNC 10) y un nodo de red (por ejemplo, RBS 20), y un protocolo de retransmisión persistente (del que RLC es un ejemplo). Por ejemplo, las redes GSM, (Global System for Mobile Communications, sistema global para comunicaciones móviles), GPRS (General Packet Radio Service, servicio general de radio por paquetes) y EGPRS (Enhanced GPRS, GPRS mejorado) (o combinaciones de las mismas) que utilizan el protocolo RLC son otros ejemplos de dichas redes de comunicación en las que se pueden utilizar realizaciones de la presente invención.

En la denominada gestión de cola activa (AQM, active queue management), los paquetes se abandonan, o se descartan, antes de que las colas se desborden, para reducir la congestión. Los inventores se han dado cuenta de que un inconveniente con AQM convencional cuando se aplica el control de flujo WCDMA "normal" es que descarta un paquete de la cola entrante en el RNC 10 antes de su segmentación en PDUs (unidades de datos de protocolo) de RLC. Un inconveniente constatado por los inventores es que esto introduce un retardo, dado que la entidad TCP (Transmission Control Protocol, protocolo de control de transmisión) en el UE de recepción 30a-b no tomará conocimiento del paquete TCP perdido hasta que todos los datos residentes en la ventana de transmisión RLC y la cola de prioridad (PQ) de la RBS 20 hayan sido enviados al UE de recepción 30a-b. Otro inconveniente, que ha sido constatado por los inventores, es que este esquema requiere asimismo alguna clase de señalización en banda o fuera de banda desde la RBS al RNC para indicar que el RNC debería abandonar un paquete TCP.

La figura 2 muestra esquemáticamente parte de la RBS 20, de acuerdo con una realización de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 2, en la RBS 20 reside una cola de prioridad (PQ) 40 para almacenamiento temporal de PDUs RLC 50a-n que esperan para transmisión a los UEs 30a-b. El número de PDUs RLC 50a-n varía naturalmente en el tiempo en función del tráfico de datos, etc. Además, la RBS 20 comprende una unidad de control 60 para controlar la PQ 40. Por supuesto, la RBS 20 comprende asimismo muchas otras unidades, tales como circuitos de radio y circuitos de banda base digital, necesarios para su funcionamiento. Sin embargo, el diseño de las RBS es conocido en la técnica, en general, y por lo tanto no se describe en mayor detalle en esta descripción detallada.

La figura 3 muestra esquemáticamente una PDU 50 de RLC (que puede ser, por ejemplo, cualquiera de las PDUs RLC 50a-n de la figura 2). Tal como se muestra en la figura 3, la PDU 50 de RLC comprende una cabecera 70 de RLC, que comprende información de control del protocolo RLC, y una carga útil 80 (en adelante, denominada "la SDU 80 de RLC") de la unidad de datos de servicio (SDU) recibida desde la capa superior, que comprende básicamente los datos a transmitir utilizando el protocolo RLC. La propia SDU 80 de RLC puede comprender varios niveles de cabeceras de control procedentes de protocolos utilizados en capas superiores.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, una acumulación excesiva de datos en la RBS 20 se puede evitar determinando como objetivo un cierto nivel de llenado de la memoria tampón en la RBS 20. Se pueden descartar paquetes TCP (que están comprendidos en las PDUs 50a-n) en la PQ 40 de la RBS 20 cuando se detecta una condición indicativa de congestión. Tal como se describe en mayor detalle más adelante en el contexto de realizaciones específicas, un paquete TCP se puede descartar manipulando (o corrompiendo) el contenido de una correspondiente PDU 50a-n. Los paquetes TCP descartados tendrán como resultado, a su vez, que el protocolo TCP entra en un denominado modo de evitación de congestión que conduce a una velocidad reducida de los datos que se envían a la PQ 40 de la RBS 20 desde el servidor TCP. De este modo, las realizaciones de la presente invención proporcionan control de congestión disparando mecanismos inherentes de evitación de congestión del protocolo TCP.

Es ventajoso indicar la congestión en cuanto sea posible para evitar la sobrecarga de la memoria tampón. De acuerdo con algunas realizaciones, se puede obtener un control relativamente eficiente del nivel de llenado de la memoria tampón asegurando una respuesta relativamente rápida en el nivel TCP cuando se alcanza el nivel de llenado de la memoria tampón objetivo en la PQ 40 de la RBS 20. Esto se puede conseguir asegurando que la entidad TCP que reside en el UE 30a-b puede ser capaz de notificar en cuanto sea posible un paquete de datos TCP perdido o corrupto. Esto se puede conseguir, por ejemplo, corrompiendo deliberadamente uno o varios paquetes de datos de la cabeza de la PQ 40 que reside en la RBS 20.

Los datos transmitidos desde el RNC 10 a la RBS 20 se transportan sobre un protocolo de trama tipo 1 (FP tipo 1) en caso de que la RBS 20 esté configurada con MAC-hs, o un FP tipo 2 cuando se utiliza MAC-ehs. Sin embargo, en ambos casos los datos del usuario contenidos en estas tramas son vistos por la RBS 20 como PDUs MAC-d. Para FP de tipo 2, los PDUs MAC-d son entonces idénticos en tamaño a los PDUs RLC pero para el FP de tipo 1 el PDU MAC-d puede entonces contener asimismo datos de multiplexación C/T que añaden 4 bits adicionales a la cabecera. Por ejemplo, la multiplexación C/T MAC se utiliza normalmente en la portadora de radio de señalización (SRB, signaling radio bearer). Sin embargo, en la mayor parte de los casos relativos a datos del plano de usuario transportado sobre FP de tipo 1, no se utiliza entonces ninguna multiplexación C/T y las PDUs MAC-d son idénticas en tamaño a una PDU de RLC, del mismo modo que para el FP de tipo 2. Los términos tales como "MAC-hs", "MAC-ehs", "MAC-d", "FP de tipo 1", "FP de tipo 2" y multiplexación C/T MAC" utilizados anteriormente son bien conocidos por los expertos en la materia, por ejemplo, por la especificación 3GPP TS25.321, y por lo tanto no se describen en mayor detalle en la presente memoria.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, se da a conocer un procedimiento para el control de congestión en la RBS 20. El procedimiento se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante la unidad de control 60. La terminología "control de congestión en la RBS 20" se utiliza en este caso para indicar que las etapas del procedimiento se llevan a cabo en el interior de la RBS 20. Sin embargo, la congestión se puede producir fuera de la RBS 20 y/o tener su causa en el exterior de la RBS 20. Las realizaciones del procedimiento comprenden detectar una condición indicativa de una congestión y, en respuesta a ésta, manipular el contenido de una PDU 50a-n de RLC en la PQ 40. La PDU 50a-n de RLC sujeta a manipulación puede ser cualquiera de las PDUs RLC 50a-n en la PQ 40. Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, cuanto antes sea capaz la entidad TCP residente en el UE 30a-b de notificar el paquete de datos TCP corrupto (o descartado), mejor funciona el control de congestión. Por lo tanto, es ventajoso que la PDU 50a-n de RLC sujeta a manipulación sea una PDU 50a-n de RLC próxima a la cabeza de la cola. Preferentemente, la PDU de RLC sujeta a manipulación es la PDU 50a de RLC en la cabeza de la PQ 40. No obstante, funcionaría asimismo la manipulación de otras PDUs RLC 50a-n, tales como la segunda PDU 50b de RLC en la PQ 40, la tercera PDU 50c de RLC en la PQ 40 o la cuarta PDU 50d de RLC en la PQ 40, pero cuanto más cerca de la cabeza de la PQ 40 está situada la PDU 50a-n de RLC sujeta a manipulación, más rápido podrá reaccionar frente a congestiones el procedimiento propuesto de control de congestión. De acuerdo con algunas realizaciones, la PDU de RLC sujeta a manipulación es una PDU de RLC del primer cuarto, el primer tercio o la primera mitad de la PQ 40. De acuerdo con algunas realizaciones, la PDU de RLC sujeta a manipulación es una PDU de RLC en la PQ 40, a transmitir en el mismo TTI (intervalo de tiempo de transmisión) que la PDU 50a de RLC en la cabeza de la PQ 40.

La figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento acorde con una realización de la presente invención. El funcionamiento se inicia en la etapa 100. En la etapa 110, se comprueba si se ha producido una condición indicativa de congestión. Si no, el funcionamiento continúa en la etapa 110, comprobando de nuevo si se ha producido una condición indicativa de congestión. La etapa 110, junto con la rama NO de la figura 4 se puede ver por lo tanto como (o sustituirse por) una etapa de "esperar a que se produzca una condición indicativa de congestión". Si se determina, o detecta, en la etapa 110 que se ha producido de hecho una condición indicativa de congestión, la operación avanza a la etapa 120. En la etapa 120, se manipula el contenido de una PDU 50a-n de RLC en la PQ 40 para descartar el correspondiente paquete TCP, disparando de ese modo la entrada en el modo de evitación de congestión del protocolo TCP, mencionado anteriormente. La operación vuelve a continuación a la etapa 110 esperando a que se produzca una nueva condición indicativa de congestión.

Se debe observar que puede haber diferentes maneras de detectar congestión, tales como, pero sin limitarse a:

1) Detectar que se ha excedido la longitud de memoria tampón objetivo o el tiempo de permanencia en la PQ 40 de la RBS 20.

2) Detectar una pérdida de datos en la TN (red de transporte). (La pérdida de datos en la TN se puede detectar mediante una trama TN perdida o errónea de tipo 1 ó 2.)

3) Detectar una congestión de procesamiento o de memoria.

5 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, manipular el contenido de dicha PDU 50a-n de RLC comprende alterar uno o varios bits de la SDU 80 de RLC de la PDU 50a-n de RLC. Llevar a cabo la manipulación de la SDU 80 de RLC permite dejar intacta (o "inalterada") la cabecera 70 de RLC. Manipulando la SDU 80 de RLC pero dejando intacta la cabecera 70 de RLC, la PDU 50a-n de RLC manipulada se considera válida en el nivel del protocolo de RLC, pero corrupta en el nivel de TCP (por ejemplo, detectable con una suma de comprobación en la cabecera TCP). De este modo, el paquete TCP se puede desechar evitando al mismo tiempo retransmisiones de RLC (que se producirían si la cabecera RLC no se hubiera dejado intacta), lo que es ventajoso para reducir el tráfico de datos innecesarios.

15 El tamaño de la cabecera 70 de RLC no es necesariamente fijo, sino que puede variar desde la PDU de RLC hasta la PDU de RLC. En algunas realizaciones, la SDU 80 de RLC de la PDU 50 de RLC se puede manipular alterando (es decir, cambiando de 1 a 0, o viceversa) el último bit de la PDU 50 de RLC (que, en algunos escenarios, se sabe que pertenece a la SDU 80 de RLC independientemente del tamaño de la cabecera RLC). En algunas realizaciones, la manipulación de la SDU 80 de RLC de la PDU 50 de RLC se lleva a cabo alterando solamente el último bit de la PDU 50 de RLC. Ésta es una manera simple y eficiente de llevar a cabo la manipulación de la PDU 50 de RLC evitando al mismo tiempo cambiar la cabecera 70 de RLC.

20 Sin embargo, en otras realizaciones, para manipular (o corromper) la SDU 80 de RLC, se puede seleccionar como objetivo cualquier parte de la SDU 80 de RLC. Cambiar un bit es una opción. Son posibles asimismo otras realizaciones que seleccionan como objetivo más bits u otras partes de la SDU 80 de RLC, o sustituyen incluso toda la SDU 80 de RLC. La cuestión importante es que la corrección de errores de TCP detecta la SDU (o SDUs) 80 de RLC como errónea.

25 Dado que los contenidos de la PDU MAC-d en el nivel del protocolo RLC no se conocen por adelantado en la RBS 20, la identificación de la parte de SDU 80 de RLC de la PDU MAC-d se puede realizar ya sea implícitamente (por ejemplo, asumiendo/conociendo, como anteriormente, que por lo menos el último bit de la PDU pertenece a la SDU 80 de RLC) o bien descodificando de hecho la PDU MAC-d en el nivel de protocolo RLC de la RBS 20. El procedimiento implícito para identificar la parte de SDU 80 de RLC es más simple de implementar y no de procesamiento tan intensivo como descodificar la PDU 50 de MAC-d en la RBS 20. De acuerdo con algunas realizaciones, la RBS 20 determina como objetivo (es decir, selecciona para manipulación) PDUs de RLC con un tamaño correspondiente al tamaño máximo de PDU de MAC-d en el caso de que esté configurado RLC flexible. Esto se realiza para evitar corromper datos de control de RLC e informes de estado, y datos de control de TCP y de ACK de TCP. Si se utiliza RLC flexible y no se emplea ninguna concatenación, entonces los contenidos de la PDU de RLC se pueden deducir basándose en el tamaño. En este caso, la última parte de de dicha PDU de RLC con el tamaño máximo de PDU de MAC-d será la parte de los datos TCP segmentados. Si las PDUs de RLC son menores, los contenidos pueden ser datos TCP o bien datos de control de RLC. En el caso de que esté configurado AM (Acknowledge Mode, modo de acuse) de RLC de tamaño fijo, no es posible distinguir las SDU de RLC en base al tamaño y se puede determinar como objetivo cualquier paquete TCP o PDU de control de RLC. No obstante, se debe observar que, dado que la PDU de RLC se rellena hasta el tamaño de PDU de RLC configurado, manipular el último bit para corromper la PDU corromperá el relleno y no la SDU 80 de RLC. Los bits de relleno son ignorados y descartados y, por lo tanto, el valor de los bits de relleno es irrelevante. Por lo tanto, en dichos casos, puede ser necesario descodificar la PDU 50 de RLC en la RBS 20 para identificar la parte de SDU 80 de RLC. Alternativamente, para reducir el riesgo de manipular bits de relleno en lugar de la parte de SDU 80 de RLC, se puede manipular más de una PDU 50, 50a-n, de RLC en la PQ 40 tras la detección de una condición indicativa de congestión.

50 De acuerdo con algunas realizaciones, la unidad de control 60 de la RBS 20 continúa monitorizando la acumulación en la memoria tampón e inicia otra manipulación de PDU de RLC para descartar un paquete TCP si la memoria tampón continúa creciendo. Esto facilita la protección frente a sobrecargas de la memoria tampón principal y asimismo frente al escenario (no obstante, improbable) de que la identificación de la SDU 80 de RLC falle y la cabecera 70 de RLC se corrompa en su lugar, lo que, a su vez, conduciría a una retransmisión de RLC en lugar de a un abandono de paquete TCP.

55 Algunas realizaciones de la presente invención facilitan la coexistencia de sistemas de RAN (Radio Access Network, red de acceso de radio) WCDMA con sistemas de RAN de evolución a largo plazo (LTE, Long Term Evolution) utilizando un control de flujo basado en TCP similar. Los sistemas LTE utilizan normalmente comportamiento de protocolo TCP para control de congestión. En el caso de que el sistema WCDMA, para coexistir con el sistema LTE, utilice asimismo protocolo TCP para control de congestión, por ejemplo, utilizando realizaciones de la presente invención, ambas tecnologías (LTE y WCDMA) pueden utilizar la misma cola de TN (enlace IP) sin que una de las tecnologías "perjudique" a la otra.

Tal como se ha indicado al comienzo de esta descripción detallada, las realizaciones de la presente invención son aplicables asimismo a otros tipos de sistemas de comunicación. Por lo tanto, más generalmente, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, se da a conocer un procedimiento para el control de congestión en un nodo de red (tal como la RBS 20) de una red de comunicación (tal como la red HS-DSCH WCDMA descrita anteriormente) que utiliza un sistema de cola distribuida para la transmisión de unidades de datos, en el que dicho nodo de red tiene una PQ (tal como la PQ 40) para PDUs (tal como las PDUs 50, 50a-n, de RLC) de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente. Dicho procedimiento comprende detectar una condición indicativa de una congestión y, en respuesta a la misma, manipular el contenido de una PDU en la PQ. Son redacciones alternativas a "PDUs de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente" utilizada en esta descripción, por ejemplo, "PDUs dentro de un protocolo de retransmisión persistente" y "PDUs que utilizan un protocolo de retransmisión persistente". Ventajosamente, tal como se ha discutido anteriormente en el contexto de la red HS-DSCH WCDMA, la PDU sujeta a manipulación puede ser una PDU en la cabeza de la PQ. Alternativamente, la PDU sujeta a manipulación puede ser una PDU en la PQ a transmitir en el mismo intervalo de tiempo de transmisión (TTI) que la PDU en la cabeza de la PQ. Además, tal como se ha discutido asimismo anteriormente en el contexto de la red HS-DSCH WCDMA, manipular el contenido de la PDU puede comprender alterar uno o varios bits de una carga útil SDU de la PDU. Por ejemplo, tal como se ha discutido asimismo anteriormente en el contexto de la red HS-DSCH WCDMA, alterar uno o varios bits de la carga útil de SDU de la PDU puede comprender alterar el último bit (posiblemente, solamente el último bit) de la PDU. Tal como se ha discutido asimismo anteriormente en el contexto de la red HS-DSCH WCDMA, puede ser ventajoso dejar intacta una cabecera (tal como la cabecera 70 de RLC) del protocolo de retransmisión persistente incluido en la PDU, cuando se manipula la PDU, para evitar retransmisiones innecesarias. Ejemplos de condiciones indicativas de congestión, también en este contexto más generalizado, pueden ser que se exceda una longitud de memoria tampón objetivo o un tiempo de permanencia en la PQ y/o una pérdida de datos en una TN entre un controlador de red (tal como el RNC 10) y el nodo de red (tal como la RBS 20).

Correspondientemente, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se da a conocer un nodo de red (tal como la RBS 20) para un funcionamiento en una red de comunicación (tal como la red de HS-DSCH WCDMA mencionada anteriormente) que utiliza un sistema de cola distribuida para la transmisión de unidades de datos. Dicho nodo de red tiene una PQ (tal como la PQ 40) para PDUs (tal como las PDUs 50, 50a-n de RLC) de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente. El nodo de red comprende además una unidad de control (tal como la unidad de control 60) configurada para detectar una condición indicativa de una congestión y, en respuesta a esto, manipular el contenido de una PDU en la PQ. En conformidad con realizaciones del procedimiento descrito anteriormente, la PDU sujeta a manipulación puede ser una PDU en la cabeza de la PQ. Alternativamente, la PDU sujeta a manipulación puede ser una PDU en la PQ a transmitir en el mismo intervalo de tiempo de transmisión (TTI) que la PDU en la cabeza de la PQ. Además, asimismo en conformidad con realizaciones del procedimiento descrito anteriormente, la unidad de control puede estar adaptada para manipular el contenido de la PDU alterando uno o varios bits de una carga útil SDU de la PDU, que puede incluir el último bit de la PDU (posiblemente, solamente el último bit de la PDU). Además, asimismo en conformidad con realizaciones del procedimiento descrito anteriormente, la unidad de control puede estar adaptada para dejar intacta una cabecera (tal como la cabecera 70 de RLC) del protocolo de retransmisión persistente incluido en la PDU, cuando se manipula el contenido de la PDU. Asimismo en conformidad con realizaciones del procedimiento descrito anteriormente, ejemplos de condiciones indicativas de congestión que la unidad de control puede estar adaptada para detectar pueden ser que se exceda la longitud de memoria tampón objetivo o un tiempo de permanencia en la PQ, y/o una pérdida de datos en la TN entre un controlador de red (tal como el RNC 10) y el nodo de red (tal como la RBS 20).

En realizaciones descritas anteriormente, se consideran mecanismos de control de congestión de flujos de TCP, y de UDP. Sin embargo, de manera similar a TCP, UDP (User Datagram Protocol, protocolo de datagramas de usuario) tiene asimismo una suma de comprobación en la cabecera. La suma de comprobación es opcional, pero protocolos de capas superiores pueden tener sumas de comprobación en su lugar. La suma de comprobación UDP (si se utiliza) o suma de comprobación de un protocolo de capa superior, se puede utilizar asimismo para detectar una PDU manipulada/descartada. De este modo, las realizaciones de la presente invención se pueden utilizar asimismo para el control de congestión de flujos de UDP, de manera similar a como se hace para flujos de TCP.

La unidad de control mencionada anteriormente (tal como la unidad de control 60 de la figura 2) se puede implementar como una unidad de hardware de aplicación específica. Alternativamente, dicha unidad de control o partes de la misma se pueden implementar utilizando una o varias unidades de hardware configurables o programables, tales como, pero sin limitarse a, una o varias matrices de puertas programable in situ (FPGAs, field-programmable gate arrays), procesadores o microcontroladores. Por lo tanto, la unidad de control puede ser una unidad de control programable. De este modo, las realizaciones de la presente invención se pueden incorporar en un producto de programa informático, que permite la implementación del procedimiento y de las funciones descritos en la presente memoria, por ejemplo, las realizaciones del procedimiento descrito haciendo referencia a la figura 4. Por lo tanto, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, se da a conocer un producto de programa informático que comprende instrucciones dispuestas para hacer que la unidad de control programable 60 lleve a cabo las etapas de cualquiera de las realizaciones del procedimiento descrito en la presente memoria. El producto de programa informático puede comprender código de programa que está almacenado en un medio 200 legible por ordenador, tal como se muestra en la figura 5, que puede ser cargado y ejecutado mediante la unidad de control

programable 60, para hacer que ésta lleve a cabo las etapas de cualquiera de las realizaciones del procedimiento descrito en la presente memoria.

5 El producto de programa informático mencionado anteriormente puede ser, por lo tanto, un producto de programa informático para el control de congestión en un nodo de red de una red de comunicación que utiliza un sistema de cola distribuida para la transmisión de unidades de datos, en el que dicho nodo de red tiene una PQ para PDUs, de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente. De acuerdo con algunas realizaciones, el producto de programa informático comprende un módulo de programa informático para detectar una condición indicativa de una congestión y un módulo de programa informático para, en respuesta a la detección de la condición indicativa de congestión, manipular el contenido de una PDU en la PQ. Esto se muestra con una realización en la figura 6, que  
10 presenta un producto de programa informático 300. El producto 300 de programa informático comprende un módulo 310a de programa informático para detectar una condición indicativa de una congestión cuando el módulo 310a de programa informático se ejecuta en la unidad de control programable 60. Además, el producto 300 de programa informático comprende un módulo 310b de programa informático para, en respuesta a la detección de la condición indicativa de congestión, manipular el contenido de una PDU (50a-n) en la PQ (40) cuando el módulo 310b de programa informático se ejecuta en la unidad de control programable 60. El producto 300 de programa informático puede comprender módulos adicionales de programa informático para llevar a cabo cualquiera de las etapas de realizaciones del procedimiento descrito en la presente memoria, cuando el correspondiente módulo de programa informático se ejecuta en la unidad de control programable 60. Por ejemplo, el módulo 310b de programa informático puede ser, o comprender, un módulo de programa informático para alterar uno o varios bits de la carga SDU de la PDU a manipular, tal como el último bit (posiblemente, solamente el último bit) de la PDU a manipular.  
20

La presente invención se ha descrito anteriormente haciendo referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, son posibles dentro del alcance de la invención otras realizaciones diferentes a las descritas anteriormente. Se pueden disponer, dentro del alcance de la invención, etapas de procedimiento diferentes a las descritas anteriormente, que llevan a cabo el procedimiento mediante hardware o software. Las diferentes características y etapas de las realizaciones se pueden combinar en otras combinaciones diferentes a las descritas anteriormente. El alcance de la invención está limitado solamente mediante las reivindicaciones de patente adjuntas.  
25

**REIVINDICACIONES**

5 1. Un procedimiento para el control de congestión en un nodo de red (20) de una red de comunicación que utiliza un sistema de cola distribuida para la transmisión de unidades de datos, en el que dicho nodo de red (20) tiene una cola de prioridad, PQ, (40) para unidades de datos de protocolo, PDUs, (50, 50a-n) de acuerdo con un protocolo de retransmisión, y el procedimiento comprende:

- detectar (110) una condición indicativa de una congestión; y
- en respuesta a ello, manipular (120) una PDU (50, 50a-n) en la PQ (40),

**caracterizado por que**

10 el protocolo de retransmisión es un protocolo de retransmisión persistente, por que manipular (120) una PDU (50, 50a-n) comprende manipular (120) el contenido de una PDU, y por que manipular (120) el contenido de una PDU comprende alterar uno o varios bits de una carga útil (80) de unidad de datos de servicio, SDU, de la PDU (50, 50a-n), dejando intacta al mismo tiempo una cabecera (70) del protocolo de retransmisión persistente incluido en la PDU (50, 50a-n).

15 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la PDU (50a) sujeta a manipulación es una PDU (50a) en la cabeza de la PQ (40).

3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la PDU (50, 50a-n) sujeta a manipulación es una PDU (50, 50a-n) en la PQ (40) a transmitir en el mismo intervalo de tiempo de transmisión, TTI, que la PDU (50a) en la cabeza de la PQ (40).

20 4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la red de comunicación es una red de radiocomunicación, el nodo de red (20) es una estación base de radio, RBS, y dichas PDU (50, 50a-n), de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente, son PDUs de control del radioenlace, RLC.

25 5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la condición indicativa de congestión es una pérdida de datos en una red de transporte, TN, entre un controlador de red (10) y el nodo de red (20), la red de comunicación es una red de radiocomunicación, el nodo de red (20) es una RBS, dichas PDUs (50, 50a-n) de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente son PDUs de RLC, y dicho controlador de red (50) es un controlador de red radioeléctrica, RNC.

6. El procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, en el que la red de radiocomunicación es una red radioeléctrica de canal compartido de enlace descendente de alta velocidad, HS-DSCH, de acceso múltiple por división de código de banda ancha, WCDMA.

30 7. Un producto de programa informático que comprende medios de código de programa informático para ejecutar todas las etapas del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, cuando dichos medios de código de programa informático son ejecutados mediante una unidad de control programable (60) del nodo de red (20).

35 8. Un nodo de red (20) para su funcionamiento en una red de comunicación que utiliza un sistema de cola distribuida para la transmisión de unidades de datos, en el que dicho nodo de red (20) tiene una cola de prioridad, PQ, (40) para unidades de datos de protocolo, PDUs, (50a-n) de acuerdo con un protocolo de retransmisión, y comprende además una unidad de control (60) configurada para:

- detectar una condición indicativa de una congestión; y
- en respuesta a ello, manipular una PDU (50, 50a-n) en la PQ,

40 en el que el nodo de red está **caracterizado por que** el protocolo de retransmisión es un protocolo de retransmisión persistente, por que la unidad de control está además configurada para manipular el contenido de la PDU (50, 50a-n) en la PQ, y por que manipular el contenido de la PDU (50, 50a-n) comprende alterar uno o varios bits de una carga útil (80) de unidades de datos de servicio, SDU, de la PDU (50, 50a-n) y dejar intacta una cabecera (70) del protocolo de retransmisión persistente incluido en la PDU (50, 50a-n).

45 9. El nodo de red (20) según la reivindicación 8, en el que la PDU (50a) sujeta a manipulación es una PDU (50a) en la cabeza de la PQ (40).

10. El nodo de red (20) según la reivindicación 8, en el que la PDU (50, 50a-n) sujeta a manipulación es una PDU (50, 50a-n) en la PQ (40) a transmitir en el mismo intervalo de tiempo de transmisión, TTI, que la PDU (50a) en la cabeza de la PQ (40).

50 11. El nodo de red (20) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que una condición indicativa de congestión que la unidad de control (60) está adaptada para detectar es que se exceda una longitud de memoria tampón objetivo o un tiempo de permanencia en la PQ (40).

12. El nodo de red (20) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que una condición indicativa de congestión que la unidad de control (60) está adaptada para detectar es una pérdida de datos en una red de transporte, TN, entre un controlador de red (10) y el nodo de red (20).
- 5 13. El nodo de red (20) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que la red de comunicación es una red de radiocomunicación, el nodo de red (20) es una estación base de radio, RBS, y dichas PDU (50, 50a-n) de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente son PDUs de control del radioenlace, RLC.
- 10 14. El nodo de red (20) según la reivindicación 12, en el que la red de comunicación es una red de radiocomunicación, el nodo de red (20) es una RBS, dichas PDU (50, 50a-n) de acuerdo con un protocolo de retransmisión persistente son PDUs de RLC, y dicho controlador de red (10) es un controlador de red radioeléctrica, RNC.
15. El nodo de red (20) según la reivindicación 13 ó 14, en el que la red de radiocomunicación es una red radioeléctrica de canal compartido de enlace descendente de alta velocidad, HS-DSCH, de acceso múltiple por división de código de banda ancha, WCDMA.

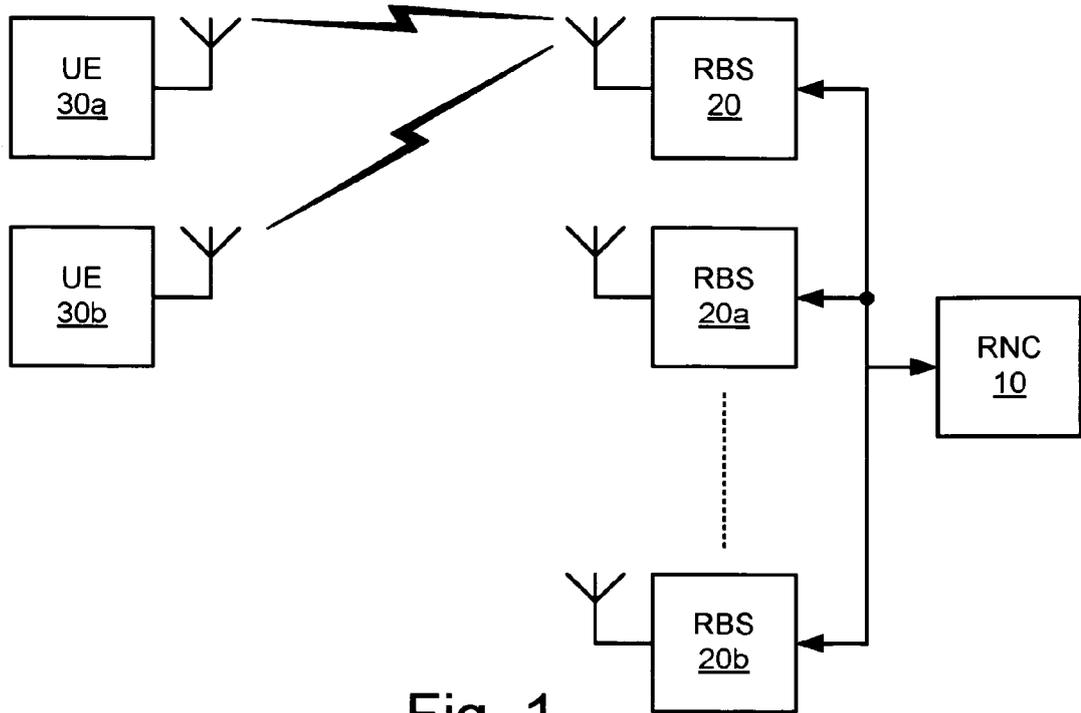


Fig. 1

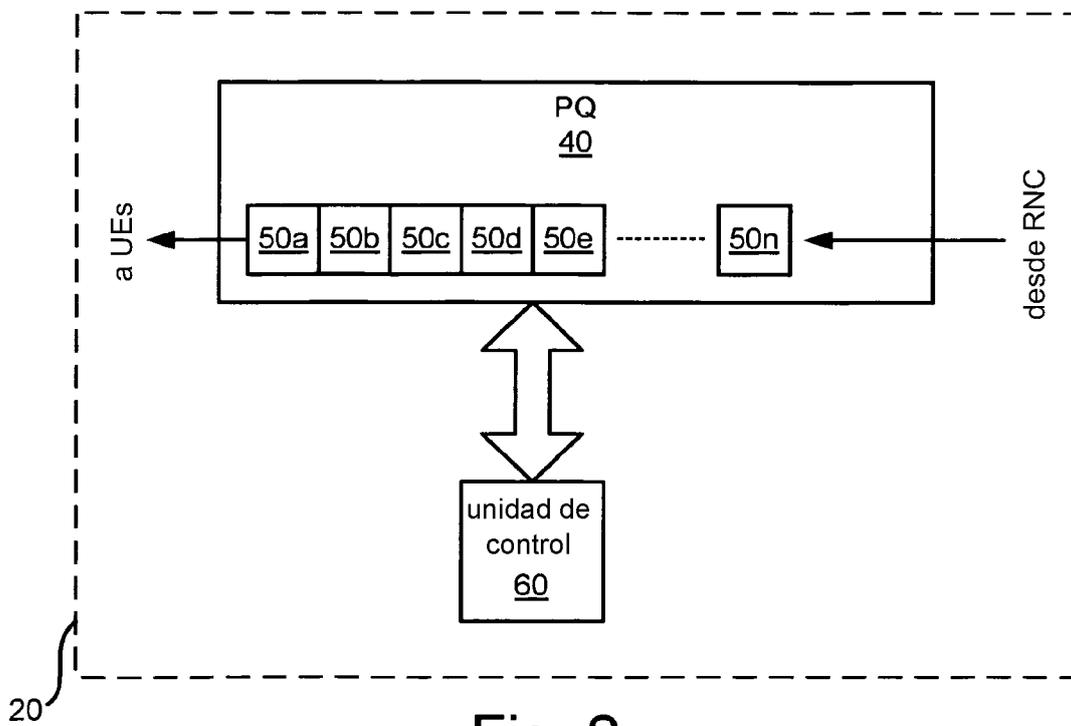


Fig. 2

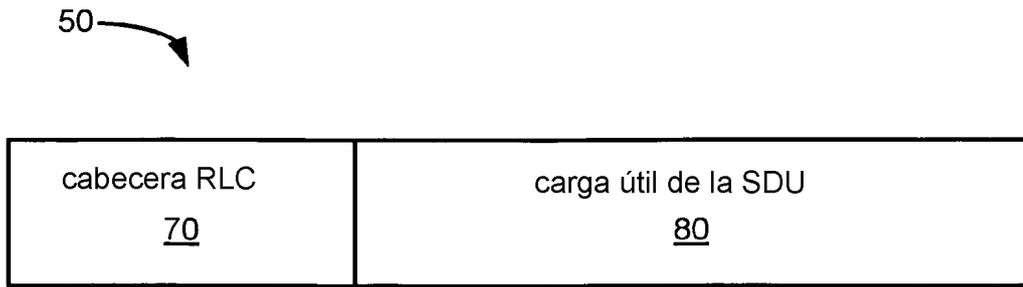


Fig. 3

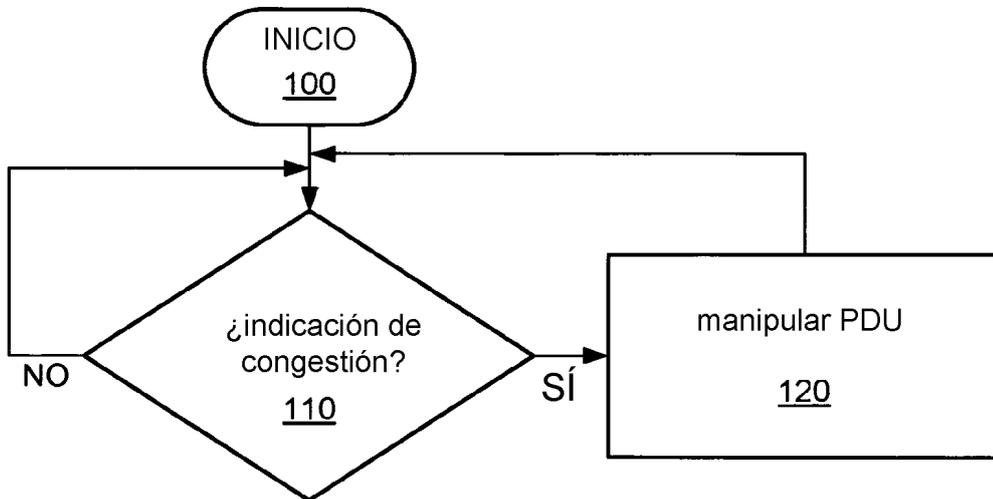


Fig. 4

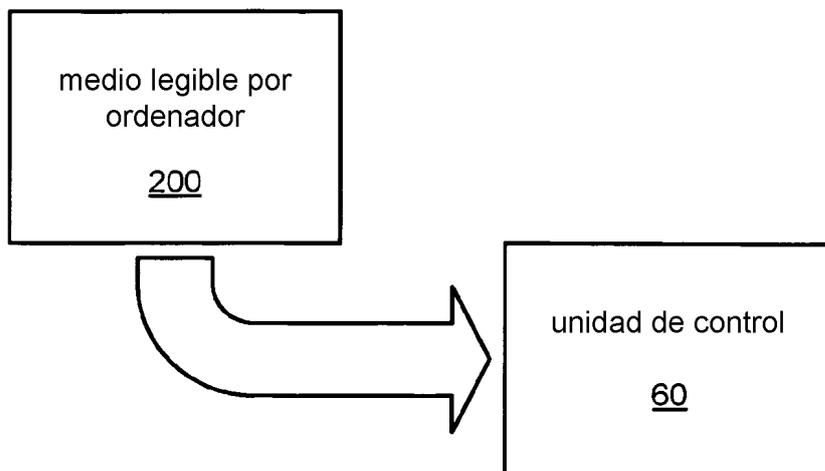


Fig. 5

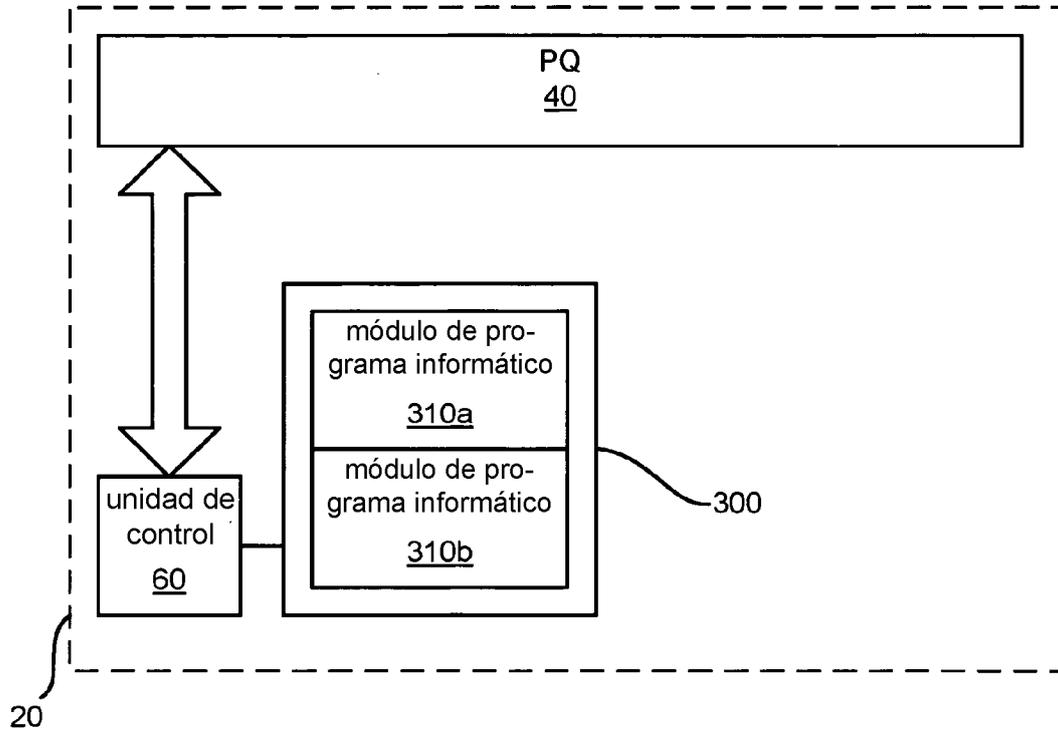


Fig. 6