

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 481**

51 Int. Cl.:

H04L 12/26 (2006.01)

H04W 28/02 (2009.01)

H04W 74/08 (2009.01)

H04L 12/841 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2014 E 14163370 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2787702**

54 Título: **Procedimiento de control de la congestión para red de acceso en competencia**

30 Prioridad:

05.04.2013 FR 1300787

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

22.04.2016

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**GINESTE, MATHIEU y
GIBERT, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 567 481 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

Procedimiento de control de la congestión para red de acceso en competencia

5 La invención se refiere a un procedimiento de control de la congestión en una red de comunicación compartida por una pluralidad de terminales que buscan acceder a los recursos de la red para comunicar. La invención se refiere igualmente a un dispositivo de control de la congestión adaptado para ejecutar el procedimiento de control de la congestión según la invención de manera centralizada para el conjunto de los terminales de la red.

10 Un objetivo de la invención es concebir un procedimiento de control de la congestión resultante de la transmisión de paquetes de datos o fragmentos de paquetes por un gran número de terminales que comparten un mismo recurso de comunicación. La invención está particularmente adaptada a las redes que utilizan un acceso en competencia, es decir que implementan un procedimiento de acceso en competencia que puede inducir a unas colisiones entre paquetes emitidos por varios terminales sobre el mismo recurso, por ejemplo sobre una misma ranura temporal.

Más precisamente, la invención viene a proporcionar una solución que permite reducir el retardo de la transmisión correcta de un paquete para un número importante de terminales que comunican simultáneamente.

15 Se conocen los procedimientos de acceso en competencia de tipo ALOHA o Slotted ALOHA. Estos procedimientos se basan en unos protocolos de acceso aleatorio. Cada usuario accede a los recursos de transmisión de manera independiente con respecto a los otros usuarios. Para cada paquete transmitido, el usuario espera un acuse de recibo del destinatario. Si no lo recibe, retransmite los mismos datos con un retardo aleatorio y este mecanismo se itera hasta la recepción de un acuse de recibo o hasta que se hayan realizado un número máximo de tentativas.

20 Este tipo de procedimiento presenta el inconveniente de alargar significativamente al retardo de transmisión de un paquete cuando se requieren estas retransmisiones incluyendo en ellas de carga relativamente reducida de la red de comunicación (es decir cuando hay pocos terminales con relación a los recursos disponibles) porque no se prevé ningún mecanismo para disminuir sustancialmente y de manera preventiva la tasa de colisiones inicial entre paquetes emitidos por unos emisores distintos y por tanto la tasa de retransmisión, lo que puede implicar por consiguiente unos retardos.

25 Se conocen igualmente los procedimientos de acceso en competencia denominados CRDSA (Contention Resolution Diversity Slotted ALOHA), tal como se describe por ejemplo en la patente europea publicada bajo el número EP 1 686 746 B1. Para cada paquete a emitir, se generan y transmiten una o varias réplicas de este paquete, simultáneamente al paquete de origen y con un retardo de transmisión aleatorio extraído inicialmente en una ventana que corresponde a la trama lógica según la llegada del paquete. Este mecanismo permite al receptor reconstruir un paquete eventualmente perdido a causa de una colisión gracias a la redundancia introducida por el desplazamiento de las réplicas emitidas y gracias a unas anulaciones de interferencia de paquetes colisionados si un paquete o una réplica procedente de otro emisor ha podido decodificarse en otra posición en la trama.

35 El algoritmo de control de la congestión definido, para un procedimiento denominado CRDSA, en la patente europea publicada bajo el número EP 1 686 746 B1 utiliza una información sobre la carga de la red. No se precisa sin embargo la manera en la que se evalúa esta carga de la red. Una información sobre la carga de la red procedente de una entidad central se transmite regularmente hacia los diferentes terminales. Si esta carga sobrepasa un umbral, cada terminal incrementará, según una probabilidad decreciente y de manera independiente, el retardo de transmisión de los fragmentos que debe emitir de una trama lógica suplementaria. Si la carga decrece por debajo del umbral, el terminal disminuirá igualmente, según una probabilidad dada, el retardo en la emisión de estos fragmentos de una trama lógica. Cada terminal esperará por tanto un número de tramas lógicas diferentes en función de la evolución propia de su ventana de congestión, sabiendo que un fragmento y sus réplicas no se podrán transmitir más que sobre una única trama lógica. Por trama lógica, se entiende un intervalo temporal de duración fija definido por la norma o el sistema empleados para comunicar y que constituye la unidad temporal que permite fijar una referencia a los emisores y a los receptores para la transmisión y la recepción de los paquetes de datos o de los fragmentos de estos paquetes. Una trama lógica puede estar compuesta por un número dado de ranuras o de tramas físicas elementales. En particular, en el caso de los procedimientos de acceso en competencia que, para cada fragmento de datos útiles a emitir, genera uno o varios fragmentos redundantes, como por ejemplo el procedimiento CRDSA, el conjunto de los fragmentos (útil y redundantes) se transmite en una trama lógica.

45 El enfoque preconizado que se refiere al control de la congestión en la patente europea publicada bajo el número EP 1 686 746 B1, es un enfoque que actúa con la sobrecarga del canal de transmisión utilizando una noción de umbral de carga y que no es por lo tanto un enfoque preventivo. Por ello pueden aparecer temporalmente un cierto número de colisiones no despreciable en el momento en el que se franquea el umbral y puede ser que el tiempo de reacción con esta sobrecarga sea demasiado grande, esto implica unas retransmisiones de mensajes o fragmentos de mensajes que implican un incremento del retardo de transmisión de los mensajes. Este enfoque implica igualmente una política de control de la congestión y de acceso al canal, distinta entre terminales y que no está gestionada de manera centralizada, lo que puede penalizar potencialmente a ciertos terminales favoreciendo a otros. Este enfoque puede implicar potencialmente una desigualdad entre los terminales de usuarios y hacer difícil la aplicación de niveles de calidad de servicio distintos para unos paquetes procedentes del mismo terminal o de terminales diferentes. Estos procedimientos presentan igualmente el inconveniente de incrementar artificialmente la carga de la

red debido a las réplicas generadas sistemáticamente para cada paquete a emitir lo que hace más difícil la evaluación de la carga real, dicho de otra manera la carga ligada a los datos útiles.

5 El procedimiento de control de la congestión propuesto por la invención consiste en un procedimiento preventivo que permite disminuir las tasas de colisiones iniciales (o colisiones no resueltas iniciales por los procedimientos que emiten varios paquetes de datos para un paquete útil) entre paquetes emitidos por varios emisores. De ese modo, el número de retransmisiones necesarias se convierte en sustancialmente nulo y el retardo de transmisión de un paquete hacia su destino se acorta sustancialmente.

10 La presente invención se diferencia particularmente de los procedimientos de control de la congestión conocidos porque consiste en un enfoque preventivo y no reactivo a la congestión de la red, teniendo por objetivo disminuir el número de retransmisiones. El procedimiento según la invención se ejecuta de manera centralizada (sin necesidad de capacidad de teledetección por los emisores), de esta forma todos los terminales activos utilizan, en un instante dado, la misma ventana de congestión lo que permite controlar con precisión el nivel de congestión y asegurar una equidad entre terminales. En el caso de los procedimientos de acceso en competencia que utilizan unos fragmentos redundantes además del fragmento útil a emitir, la noción de trama lógica de duración fija se suprime desde el punto de vista del procedimiento de control de la congestión en beneficio de una ventana de congestión deslizante de tamaño variable que se adapta permanentemente al número de terminales activos en la red de comunicación. En efecto, la invención tiene en cuenta el número de terminales activos en cada instante para dimensionar la ventana de congestión.

20 La invención tiene por objeto un procedimiento de control de la congestión en una red de comunicaciones que comprende una pluralidad de terminales adecuados para emitir un mensaje, estando caracterizado dicho procedimiento porque incluye las siguientes etapas:

- Recibir un mensaje o un fragmento de mensaje en un instante dado,
- Evaluar el número de terminales en curso de emisión,
- 25 - Definir un intervalo temporal, denominado ventana de congestión, de duración ΔT_f configurado de manera que sea proporcional al número N de terminales en curso de emisión e inversamente proporcional a la carga G de entrada máxima de la red que permite obtener una tasa de retransmisiones sustancialmente nula,
- Para cada terminal y cada mensaje o fragmento de mensaje a emitir, hacer coincidir el inicio de la ventana de congestión con dicho instante dado de recepción de un mensaje o fragmento de mensaje y definir un instante de emisión real de dicho mensaje o fragmento de mensaje como un valor aleatorio estimado en la ventana de congestión.

30 Según un aspecto particular de la invención, la duración ΔT_f se normaliza con relación a una unidad de tiempo vinculada a la duración de la emisión de un mensaje o fragmento de mensaje y se estima igual a $\Delta T_f = \frac{N \times 2}{G}$.

35 Según un aspecto particular de la invención, la carga de entrada máxima G de la red que permite obtener una tasa de retransmisiones sustancialmente nula se determina analíticamente o mediante simulación haciendo variar la carga de entrada de la red y comparándola con la carga de salida, siendo la carga de entrada G retenida el valor máximo de la carga de entrada para el que la carga de salida es sustancialmente igual a la carga de entrada.

40 Según un aspecto particular de la invención, para cada mensaje o fragmento de mensaje a emitir, se genera al menos un mensaje o fragmento de mensaje redundante, siendo definido el instante de emisión real de un mensaje o fragmento de mensaje redundante como un valor aleatorio estimado en dicha ventana de congestión cuyo inicio coincide con el instante dado de recepción de dicho mensaje o fragmento de mensaje a emitir, la carga G de entrada de la red se sustituye por la carga normalizada de entrada de la red igual a la carga G de entrada de la red dividida por el número de mensajes o fragmentos totales de mensaje asociados a un mensaje o fragmento de mensaje a emitir.

45 Según un aspecto particular de la invención, la duración ΔT_f de la ventana de congestión y el instante de emisión de dicho mensaje se definen como unos números enteros de ranuras temporales, teniendo una ranura temporal una duración constante al menos igual a la duración necesaria para transmitir un mensaje o fragmento de mensaje.

El procedimiento según la invención puede incluir además una etapa de transmisión de dicho mensaje o fragmento de mensaje a emitir o de dicho mensaje o fragmento de mensaje redundante con un retardo igual a dicho instante de emisión real.

50 Según un aspecto particular de la invención el número N de terminales en curso de emisión se evalúa ejecutando las sub-etapas siguientes, para cada mensaje emitido por un terminal bajo la forma de al menos un fragmento:

- Identificar el número o la posición del fragmento emitido entre los fragmentos que pertenecen a dicho mensaje,
- Si el fragmento emitido es el 1^{er} fragmento de un mensaje, incrementar en una unidad del número N de terminales en curso de emisión,
- 55 - Si el fragmento emitido es el último fragmento de un mensaje, disminuir en una unidad el número de terminales

en curso de emisión,

- Si el fragmento emitido es el único fragmento de un mensaje, incrementar en una unidad el número N de terminales en curso de emisión y posteriormente disminuir, tras una duración predeterminada, en una unidad el número N de terminales en curso de emisión.

5 La invención tiene igualmente por objetivo el control de la congestión en una red de comunicaciones que comprende una pluralidad de terminales adecuados para emitir un mensaje, estando dicho dispositivo caracterizado por que comprende unos primeros medios adaptados para evaluar el número de terminales en curso de emisión y definir un intervalo temporal, denominado ventana de congestión, de duración ΔT_f configurado de manera que sea proporcional al número N de terminales en curso de emisión e inversamente proporcional a la carga G de entrada
10 máxima de la red que permite obtener una tasa de retransmisiones sustancialmente nula y unos segundos medios adaptados para transmitir, a una frecuencia dada, al conjunto de los terminales de la red una información que permite deducir la duración ΔT_f de la ventana de congestión.

Según un aspecto particular del dispositivo según la invención, dichos primeros medios están adaptados para ejecutar las sub-etapas siguientes, para cada mensaje emitido por un terminal bajo la forma de al menos un
15 fragmento:

- Identificar el número o la posición del fragmento emitido entre los fragmentos que pertenecen a dicho mensaje,
- Si el fragmento emitido es el 1^{er} fragmento de un mensaje, incrementar en una unidad el número de terminales en curso de emisión,
- Si el fragmento emitido es el último fragmento de un mensaje, disminuir en una unidad el número de terminales
20 en curso de emisión,
- Si el fragmento emitido es el único fragmento de un mensaje, incrementar en una unidad el número de terminales en curso de emisión y posteriormente disminuir, después de una duración predeterminada, en una unidad el número de terminales en curso de emisión.

La invención tiene igualmente por objeto un terminal emisor adecuado para emitir un mensaje en una red de
25 comunicaciones que comprende una pluralidad de dichos terminales, caracterizado por que comprende unos primeros medios adaptados para recibir una información que permite deducir la duración ΔT_f de un intervalo temporal, denominado ventana de congestión, en el seno del que se puede emitir dicho mensaje, unos segundos medios adaptados para definir el instante de emisión real de dicho mensaje o de un fragmento de dicho mensaje como un valor aleatorio estimado en la ventana de congestión cuyo inicio coincide con el instante dado de recepción
30 de dicho mensaje y unos terceros medios adecuados para transmitir dicho mensaje o fragmento de mensaje con un retardo igual a dicho instante de emisión definido.

La invención tiene también por objetivo una red de comunicación que comprende una pluralidad de terminales emisores según la invención y al menos un dispositivo de control de la congestión en el seno de dicha red según la invención.

35 La invención tiene también por objetivo un programa de ordenador que incluye unas instrucciones para la ejecución del procedimiento de control de la congestión según la invención, cuando el programa se ejecuta por un procesador, así como un soporte de registro legible por un procesador en el que está registrado un programa que incluye unas instrucciones para la ejecución del procedimiento de control de la congestión según la invención, cuando el programa se ejecuta por un procesador.

40 Surgirán mejor otras características y ventajas de la presente invención con la lectura de la descripción a continuación en relación a los dibujos adjuntos que representan:

- la figura 1, un esquema de principio que ilustra el funcionamiento de un procedimiento de control de la congestión según la invención,
- la figura 2, un organigrama que describe las etapas de implementación del procedimiento de control de la
45 congestión según la invención,
- la figura 3, un esquema de una red de comunicaciones en el seno de la que se implementa el procedimiento de control de la congestión según la invención.

La figura 1 ilustra, en un esquema de principio, el funcionamiento del procedimiento de control de la congestión según la invención.

50 En la figura 1 se representan tres ejes temporales 110, 120, 130 asociados a tres terminales emisores distintos que forman parte de una misma red de comunicación. Los emisores pueden ser fijos o móviles o embarcados en un portador, por ejemplo una aeronave. La comunicación en el seno de la red puede respetar un estándar de telecomunicación, por ejemplo adaptado a las comunicaciones aeronáuticas o espaciales. El enlace de comunicación entre un emisor y un receptor puede ser directo o estar compuesto de varios segmentos de
55 comunicación, por ejemplo un segmento ascendente entre un emisor y un satélite y un segmento descendente entre el satélite y un receptor.

- Para comunicar, cada emisor es adecuado para generar unos datos bajo la forma de paquetes o mensajes. Un paquete puede estar fragmentado en varios fragmentos de tamaño fijo reducido. Cada paquete, o cada fragmento de paquete se transmite durante un intervalo temporal de duración fija denominado ranura temporal. Según la norma de transmisión utilizada en el seno de la red, una ranura temporal puede tener igualmente una duración variable, este es particularmente el caso cuando los datos a emitir están protegidos por un código corrector que utiliza unos rendimientos diferentes por ranura temporal. El acceso a los recursos temporales se efectúa al ritmo de una ranura.
- En un modo de realización alternativo de la invención, cada paquete, o cada fragmento de paquete se transmite sobre la marcha sin respetar una distribución temporal en ranuras de duración fija o variable.
- En lo que sigue se empleará indiferentemente el término paquete, mensaje o fragmento para designar los datos emitidos en un instante por un emisor.
- La figura 1 ilustra el funcionamiento del procedimiento según la invención para tres terminales emisores que buscan acceder simultáneamente a los recursos temporales de comunicación. El ejemplo de la figura 1 es por supuesto ilustrativo y en ningún caso limitativo. En un caso real, el número de terminales activos simultáneamente es muy superior a tres.
- En el ejemplo de la figura 1, un primer terminal busca acceder a los recursos de comunicación para emitir, en un primer instante 111 un paquete o fragmento de patente 112. En lugar de emitir este paquete 112 instantáneamente, es decir en el primer instante 111, el primer terminal efectúa una extracción aleatoria de un valor en un intervalo temporal de duración predeterminada ΔT_f denominado ventana de congestión. La duración de esta ventana se calcula por una entidad central capaz de recibir las comunicaciones del conjunto de los terminales emisores, su cálculo se explicará más adelante. El valor aleatorio T1 extraído en el intervalo de duración ΔT_f corresponde al instante de emisión efectivo del paquete 112.
- El procedimiento descrito para el primer terminal se aplica de la misma manera para un segundo terminal que busca transmitir un segundo paquete 122 en un segundo instante 121. Una extracción aleatoria en la ventana de congestión actual determina el instante T2 de emisión del segundo paquete 122. Esta ventana de congestión es de duración ΔT_f idéntica a la utilizada para el primer terminal salvo si su duración se ha actualizado entre la emisión de un primer paquete 112 por un primer terminal y la emisión de un segundo paquete 122 por un segundo terminal.
- El procedimiento se aplica idénticamente para la emisión de un tercer paquete 123 para un tercer terminal en un instante de emisión T3 determinado mediante la extracción aleatoria en la ventana de congestión de duración ΔT_f .
- La ventana de congestión es una ventana deslizante, es decir que su inicio coincide siempre con el instante 111, 121, 131 de toma en consideración de un paquete, dicho de otra manera el instante de recepción de un paquete por el procedimiento según la invención.
- La duración de la ventana de congestión puede expresarse en un número entero de ranuras temporales o directamente en unidades de tiempo cuando el acceso a los recursos temporales no está organizado en ranuras. El procedimiento según la invención se aplica de manera idéntica para todos los paquetes a emitir incluyendo en ellos los paquetes retransmitidos cuando no se ha recibido correctamente por el emisor un acuse de recibo.
- En el caso particular en el que se utiliza un método de acceso en competencia de tipo CRDSA, pueden generarse varios fragmentos redundantes para un fragmento útil a transmitir. En este caso, la ventana de congestión utilizada para la transmisión del fragmento útil y unos fragmentos redundantes es la misma y se inicia en el instante de toma en consideración del fragmento útil.
- La invención difiere particularmente de los procedimientos de control de la congestión usuales en que todos los paquetes a emitir, comprendidos en ellos los primeros paquetes se emiten con un desfase temporal aleatorio que depende directamente del número de terminales activos y se basa en una ventana de congestión deslizante de tamaño variable. El extremo inferior de la ventana de congestión corresponde al instante en el que el terminal deseado emite un paquete y el extremo superior de la ventana de congestión varía en función del número de terminales activos. Procediendo de esa manera, se disminuye la tasa de colisiones inicial entre paquetes emitidos por diferentes emisores de manera que se convierte en despreciable la tasa de retransmisión de estos paquetes y se mejora el retardo de transmisión y de recepción correcta de un paquete. Esta mejora es tanto más impactante para unas comunicaciones que tengan un perfil de tráfico esporádico y para los servicios que tengan unas exigencias restringidas en términos de retardo, este es el caso particularmente para ciertas comunicaciones aeronáuticas en particular si estas comunicaciones utilizan una tecnología de satélite para su transporte.
- La ventana de congestión se determina por una entidad central, por ejemplo un dispositivo de control de la congestión que está adaptado para evaluar, en cada instante, el número de terminales activos es decir en curso de emisión. En función de este número, se modula la duración de la ventana de congestión. En particular, cuanto más grande sea el número de terminales activos, más es necesario que sea grande la ventana de congestión para limitar las colisiones entre paquetes emitidos por diferentes terminales y limitar así al máximo el número de retransmisiones que pueden implicar un retardo considerable principalmente para unas tecnologías que tengan unos tiempos de propagación elevados (tal como las tecnologías de transmisión por satélite por ejemplo). Por el contrario, cuando el

número de terminales activos disminuye, la ventana de congestión se puede reducir con el fin de disminuir el retardo de transmisión de los paquetes hacia su destino. La evaluación del número de terminales activos en un instante dado se puede realizar mediante diversos métodos de los que más adelante se da un ejemplo en la descripción.

5 Se describe ahora más en detalle un ejemplo de realización, según la invención, del cálculo de la duración de la ventana de congestión.

La duración de la ventana de congestión se calcula de manera que se sitúe en un nivel de carga en la red que permita limitar la tasa de retransmisión de los fragmentos e indirectamente limitar el retardo de transmisión total de un paquete.

10 Para ello, en función del número de terminales en curso de transmisión, la ventana de congestión se adapta de manera que permanezca en un nivel de carga que permita limitar esta tasa de retransmisión.

El nivel de carga medio generado por un terminal que utiliza una ventana de congestión de duración ΔT_f se puede estimar de la manera siguiente.

15 Cada terminal activo efectúa una extracción aleatoria de manera uniforme en la ventana de congestión, que corresponde a un valor comprendido en el intervalo $[0, \Delta T_f]$, con el fin de enviar cada fragmento útil o redundante en el canal de comunicación. El valor aleatorio extraído se convierte en un retardo, expresado directamente en unidades de tiempo o en número de ranuras temporales, y que se utiliza para retardar la emisión de cada fragmento.

20 De ese modo, cada fragmento se emite con un retardo medio igual a $\Delta T_f/2$ lo que corresponde a un tráfico medio igual a $2/\Delta T_f$ fragmentos por unidad de tiempo. La duración ΔT_f se normaliza con relación a la unidad de tiempo vinculada a la duración de emisión de un fragmento. En los cálculos que siguen, se realiza la hipótesis de un tamaño de fragmento constante y por tanto de una duración constante de la emisión de un fragmento en un canal dado que corresponde a la unidad de tiempo. En el caso de un canal denominado ranurado, la unidad de tiempo corresponde a la duración de la ranura (si esta última es de duración constante).

Cada terminal genera la carga $G_{terminal}$ siguiente para la transmisión de un paquete:

$$G_{terminal} = \frac{núm_fragmentos \times 2}{\Delta T_f}$$

25 $núm_fragmentos$ corresponde al número de fragmentos emitidos para la transmisión de un fragmento de datos útil, dicho de otra manera este número engloba los eventuales fragmentos redundantes generados.

El conjunto de los terminales activos en el seno de la red genera por lo tanto la carga siguiente:

$$G = \frac{N \times núm_fragmentos \times 2}{\Delta T_f},$$

siendo N el número de terminales activos.

30 La carga generada por las retransmisiones eventuales se omite voluntariamente porque el objetivo es situarse en un nivel de carga para el que la tasa de retransmisión de los paquetes sea despreciable. Se calculará permanentemente un valor de ΔT_f , en función del número de terminales activos, que permita permanecer en un nivel de carga del canal para el que se mantenga la tasa despreciable de retransmisión de los paquetes. De ese modo cuanto más se incrementa el número de terminales activos más se extenderá la ventana de congestión (por el desplazamiento de su extremo superior) y cuanto más disminuya el número de terminales activos, más disminuirá la ventana de congestión. El tamaño de la ventana hace abstracción de la noción de trama o súper trama lógica empleada en ciertos métodos de acceso en competencia de la técnica anterior y considero la ventana deslizante cuyo inicio coincide con el momento en el que el terminal debe transmitir un paquete en el canal de comunicación.

Se puede por tanto deducir el valor del extremo superior de la ventana de congestión ΔT_f como sigue:

40
$$\Delta T_f = \frac{N \times núm_fragmentos \times 2}{G} \quad (1)$$

En el caso de que no se haya generado ningún fragmento redundante, por ejemplo en el caso de los procedimientos de acceso en competencia de tipo ALOHA o slotted ALOHA, la relación (1) se reduce a $\Delta T_f = \frac{N \times 2}{G}$ (2).

Para los métodos de acceso en competencia que utilizan unos fragmentos redundantes, se define la carga normalizada $G = núm_fragmentos \times G_{normalizada}$ que corresponde a la carga generada por los datos útiles con la

excepción de los datos redundantes. La relación (1) se escribe en este caso: $\Delta T_f = \frac{N \times 2}{G_{normalizada}}$ (3).

En todos los casos, la duración ΔT_f es una duración normalizada con relación a una unidad de tiempo que puede ser una ranura o la duración de la emisión de un fragmento.

5 El valor de la carga G objetivo utilizado para determinar la duración ΔT_f de la ventana de congestión se determina mediante simulación o analíticamente de la manera siguiente.

10 Se simulan los intercambios entre terminales emisores y receptores teniendo en cuenta el procedimiento de acceso en competencia apuntado y los parámetros utilizados por este procedimiento (por ejemplo el número de fragmentos redundantes,...). Se mide la carga en la entrada de la red, es decir el número de fragmentos emitidos y la carga en la salida de la red, es decir el número de fragmentos correctamente recibidos por un receptor. Cuando el número de fragmentos a emitir aumenta, aparecen unos fenómenos de colisión que inducen unas pérdidas de fragmentos en la recepción. El valor G de la carga de la red utilizado para la determinación de la duración ΔT_f de la ventana de congestión es la carga de entrada máxima simulada o calculada de manera analítica que permite obtener una carga de salida sustancialmente igual a la carga de entrada. Cuando la carga de salida se separa significativamente de la carga de entrada, esto significa que no pueden resolverse unas colisiones que aparecen que implican por lo tanto
15 unas retransmisiones.

Dicho de otra manera, el valor G de la carga de la red utilizado para la determinación de la duración ΔT_f de la ventana de congestión es igual a la carga máxima que permite obtener una tasa de colisiones no resuelta sustancialmente nula.

20 En el caso de los procedimientos de acceso en competencia que utilizan unos fragmentos de redundancia, la carga G es sustituida por la carga normalizada.

El valor objetivo de la carga, o de la carga normalizada, se calcula inicialmente, mediante simulación o de manera analítica, de una vez por todas y en función del procedimiento de acceso en competencia apuntado y de su parametrizado eventual (por ejemplo el número de fragmentos redundantes utilizado,...).

25 Se calcula a continuación la duración ΔT_f de la ventana de congestión en función de la carga objetivo G y del número de terminales N, activos en un instante dado en la red, en función de una de las relaciones (1), (2) o (3).

30 Para evaluar el número de terminales activos en un instante dado, se describe ahora un procedimiento posible. Cada fragmento de paquete emitido incluye una información que permite identificar el número o la posición de este fragmento entre el conjunto de los fragmentos emitidos procedentes de la fragmentación de un mismo paquete. Es por tanto posible identificar el primer fragmento de un paquete. Igualmente el último fragmento procedente de la fragmentación de un mismo paquete incluye una información que permite identificarlo en tanto que tal. De ese modo, es posible identificar el último fragmento de un paquete.

35 El dispositivo de control de la congestión según la invención recibe los fragmentos emitidos por los diferentes emisores y deduce de ahí si este fragmento es el primero o último de un paquete. Alternativamente el dispositivo de control de la congestión según la invención puede recibir directamente la información que identifica el número o la posición del fragmento, por ejemplo transmitida por un punto de acceso a la red. El dispositivo según la invención mantiene permanentemente actualizado un contador N del número de terminales activos. Este contador, inicializado a 0, se incrementa en 1 cuando se emite un primer fragmento de un paquete y se disminuye en 1 cuando se emite un último fragmento de un paquete. Cuando el paquete a transmitir no está fragmentado, que es el caso particularmente cuando es de tamaño reducido, el contador N del número de terminales activos se incrementa en 1 y posteriormente se disminuye en 1 al cabo de una duración predeterminada. Pueden concebirse otras técnicas para
40 evaluar el número de terminales activos, por ejemplo en base a unas informaciones que se refieren a la utilización de los recursos y la tasa de decodificación conseguida.

45 La duración de la ventana de congestión se calcula a continuación en función del valor del contador N y posteriormente se transmite a los emisores de la red a una frecuencia dada. La transmisión de la ventana de congestión a los emisores de la red se puede efectuar en cada actualización de la ventana o al cabo de un número dado de modificaciones de la ventana o incluso a intervalos regulares en función de la variabilidad elevada o no del número de terminales activos de manera que se limite el retardo pero igualmente la señalización asociada al envío de esta información a los emisores de la red. La ventana de congestión se actualiza por tanto regularmente con el fin de adaptarse a las condiciones de carga de la red. Puede integrarse un margen de error en la evaluación del número
50 N de terminales activos en el cálculo de la duración de la ventana de congestión para tener en cuenta las evoluciones de este número de terminales activos.

55 En una variante de realización de la invención, pueden definirse varias ventanas de congestión distintas en función de diferentes clases de servicio asociadas a cada fragmento a emitir. Un interés en utilizar varias ventanas de congestión es convertir en prioritarias ciertas clases de servicio respecto a otras. Por ejemplo, puede asignarse una ventana de congestión de duración más corta a ciertos terminales o ciertos mensajes prioritarios y puede asignarse

una ventana de congestión mayor a otros terminales o mensajes menos prioritarios.

La figura 2 esquematiza, sobre un organigrama, las etapas de implementación del procedimiento según la invención.

5 El procedimiento según la invención consiste en ejecutar las etapas siguientes. En una primera etapa 201, se evalúa el número de terminales en curso de emisión. En una segunda etapa 202, se calcula la duración de la ventana de congestión en función del número de terminales en curso de emisión. En una tercera etapa 203, cada terminal que desea emitir un paquete o un fragmento de paquete efectúa la extracción aleatoria de un valor en la ventana de congestión para determinar el instante de emisión real del paquete o fragmento. Cuando se generan unos fragmentos redundantes además del fragmento útil, las extracciones aleatorias asociadas a los fragmentos redundantes se efectúan en la misma ventana de congestión que la utilizada para el fragmento útil. En una última etapa 204, el paquete o fragmento de paquete se transmite en el instante de emisión calculado.

10 La figura 3 esquematiza un ejemplo de red de comunicación en el que se aplica el procedimiento según la invención.

15 La red incluye una pluralidad de terminales emisores 301, 302, 303 según la invención. Un terminal emisor 301 comprende unos primeros medios 311 adaptados para recibir una información que permite deducir la duración de la ventana de congestión, unos segundos medios 312 adaptados para efectuar una extracción aleatoria en la ventana de congestión para definir el instante de emisión del mensaje y unos terceros medios 313 adecuados para transmitir un mensaje o un fragmento de mensaje en el instante de emisión definido.

20 Los primeros, segundos y terceros medios que incluyen un terminal emisor según la invención pueden ser distintos o estar fusionados en una única entidad. Pueden implementarse mediante unos circuitos materiales o unos módulos de software. Por ejemplo pueden estar constituidos por una pila protocolaria de la red, por una capa de acceso al medio de transmisión y por una capa física que respeta la norma de comunicación impuesta por la red.

25 La red incluye igualmente un dispositivo de control de la congestión 310 adecuado para comunicar con los diferentes emisores 301, 302, 303 de la red. El dispositivo 310 incluye unos primeros medios 321 adaptados para evaluar el número de terminales en curso de emisión en la red y definir la duración de una ventana de congestión en función de este número, por ejemplo aplicando el procedimiento descrito en el presente documento anteriormente. El dispositivo 310 incluye igualmente unos segundos medios 322 para transmitir, cuando evoluciona el número de terminales o de manera regular, al conjunto de los terminales de la red una información que permita deducir la duración de la ventana de congestión.

30 Los primeros y segundos medios que incluyen un dispositivo de control de la congestión según la invención pueden ser igualmente distintos o estar fusionados en una única entidad. Pueden implementarse mediante unos módulos materiales o de software.

Al no tenerse en cuenta ya por el procedimiento de control de la congestión la noción de trama lógica en la emisión, cada receptor debe definir una ventana de recepción suficientemente grande y memorizar la señal correspondiente para recibir y decodificar los diferentes fragmentos redundantes eventuales asociados a un mismo fragmento útil (correspondiente al mínimo de la duración de la ventana de congestión).

35 El procedimiento según la invención puede implementarse así a partir de elementos materiales y/o de software. Puede implementarse particularmente en tanto que programa de ordenador que incluye unas instrucciones para su ejecución. El programa de ordenador puede registrarse sobre un soporte de registro legible por un procesador.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de la congestión en una red de comunicaciones que comprende una pluralidad de terminales adecuados para emitir un mensaje, estando dicho procedimiento **caracterizado porque** incluye las etapas siguientes:

- 5 - Recibir un mensaje o un fragmento de mensaje en un instante dado,
 - Evaluar (201) el número de terminales en curso de emisión,
 - Definir (202) un intervalo temporal, denominado ventana de congestión, de duración ΔT_f configurado de manera que sea proporcional al número N de terminales en curso de emisión e inversamente proporcional a la carga G de entrada máxima de la red que permite obtener una tasa de retransmisiones sustancialmente nula,
 10 - Para cada terminal y cada mensaje o fragmento de mensaje a emitir (112, 122, 132), hacer coincidir el inicio de la ventana de congestión con dicho instante dado (111, 121, 131) de recepción de un mensaje o fragmento de mensaje y definir (203) un instante de emisión real (T1, T2, T3) de dicho mensaje o fragmento de mensaje (112, 122, 132) como un valor aleatorio estimado en la ventana de congestión.

2. Procedimiento de control de la congestión según la reivindicación 1 en el que la duración ΔT_f se normaliza con relación a una unidad de tiempo vinculada a la duración de la emisión de un mensaje o fragmento de mensaje y se estima igual a $\Delta T_f = \frac{N \times 2}{G}$.

3. Procedimiento de control de la congestión según una de las reivindicaciones anteriores en el que la carga de entrada máxima G de la red que permite obtener una tasa de retransmisiones sustancialmente nula se determina analíticamente o mediante simulación haciendo variar la carga de entrada de la red y comparándola con la carga de salida, siendo la carga de entrada G retenida el valor máximo de la carga de entrada para el que la carga de salida es sustancialmente igual a la carga de entrada.

4. Procedimiento de control de la congestión según una de las reivindicaciones anteriores en el que, para cada mensaje o fragmento de mensaje a emitir (112, 122, 132), se genera al menos un mensaje o fragmento de mensaje redundante, siendo definido el instante de emisión real de un mensaje o fragmento de mensaje redundante como un valor aleatorio estimado en dicha ventana de congestión cuyo inicio coincide con el instante dado de recepción de dicho mensaje o fragmento de mensaje a emitir (112, 122, 132), la carga G de entrada de la red se sustituye por la carga normalizada de entrada de la red igual a la carga G de entrada de la red dividida por el número de mensajes o fragmentos totales de mensaje asociados a un mensaje o fragmento de mensaje a emitir.

5. Procedimiento de control de la congestión según una de las reivindicaciones anteriores en el que la duración ΔT_f de la ventana de congestión y el instante de emisión (T1, T2, T3) de dicho mensaje se definen como unos números enteros de ranuras temporales, teniendo una ranura temporal una duración constante al menos igual a la duración necesaria para transmitir un mensaje o fragmento de mensaje (112, 122, 132).

6. Procedimiento de control de la congestión según una de las reivindicaciones anteriores en el que incluye además una etapa (204) de transmisión de dicho mensaje o fragmento de mensaje a emitir (112, 122, 132) o de dicho mensaje o fragmento de mensaje redundante con un retardo igual a dicho instante de emisión real (T1, T2, T3).

7. Procedimiento de control de la congestión según una de las reivindicaciones anteriores en el que el número N de terminales en curso de emisión se evalúa ejecutando las sub-etapas siguientes, para cada mensaje emitido por un terminal bajo la forma de al menos un fragmento:

- 40 - Identificar el número o la posición del fragmento emitido entre los fragmentos que pertenecen a dicho mensaje,
 - Si el fragmento emitido es el 1^{er} fragmento de un mensaje, incrementar en una unidad el número N de terminales en curso de emisión,
 - Si el fragmento emitido es el último fragmento de un mensaje, disminuir en una unidad el número de terminales en curso de emisión,
 45 - Si el fragmento emitido es el único fragmento de un mensaje, incrementar en una unidad el número N de terminales en curso de emisión y posteriormente disminuir, tras una duración predeterminada, en una unidad el número N de terminales en curso de emisión.

8. Dispositivo (310) de control de la congestión en una red de comunicaciones que comprende una pluralidad de terminales (301, 302, 303) adecuados para emitir un mensaje, estando dicho dispositivo (310) **caracterizado porque** comprende unos primeros medios (321) adaptados para evaluar el número de terminales en curso de emisión y definir un intervalo temporal, denominado ventana de congestión, de duración ΔT_f configurado de manera que sea proporcional al número N de terminales en curso de emisión e inversamente proporcional a la carga G de entrada máxima de la red que permita obtener una tasa de retransmisiones sustancialmente nula y unos segundos medios (322) adaptados para transmitir, a una frecuencia dada, al conjunto de los terminales de la red una información que permita deducir la duración ΔT_f de la ventana de congestión.

55

9. Dispositivo (310) según la reivindicación 8 en el que dichos primeros medios (321) están adaptados para ejecutar las sub-etapas siguientes, para cada mensaje emitido por un terminal bajo la forma de al menos un fragmento:

- 5 - Identificar el número o la posición del fragmento emitido entre los fragmentos que pertenecen a dicho mensaje,
- Si el fragmento emitido es el 1^{er} fragmento de un mensaje, incrementar en una unidad el número de terminales en curso de emisión,
- Si el fragmento emitido es el último fragmento de un mensaje, disminuir en una unidad el número de terminales en curso de emisión,
- 10 - Si el fragmento emitido es el único fragmento de un mensaje, incrementar en una unidad el número de terminales en curso de emisión y posteriormente disminuir, después de una duración predeterminada, en una unidad el número de terminales en curso de emisión.

10. Terminal emisor (301, 302, 303) adecuado para emitir un mensaje en una red de comunicaciones que comprende una pluralidad de dichos terminales, **caracterizado porque** comprende unos primeros medios (311) adaptados para recibir una información que permita deducir la duración ΔT_f de un intervalo temporal, denominado ventana de congestión, en el seno del cual se puede emitir dicho mensaje, unos segundos medios adaptados (312) para definir el instante de emisión real (T1, T2, T3) de dicho mensaje o de un fragmento de dicho mensaje como un valor aleatorio estimado en la ventana de congestión cuyo inicio coincide con el instante dado de recepción (111, 121, 131) de dicho mensaje y unos terceros medios (313) adecuados para transmitir dicho mensaje o fragmento de mensaje con un retardo igual a dicho instante de emisión definido.

11. Red de comunicación que comprende una pluralidad de terminales (301, 302, 303) emisores según la reivindicación 10 y al menos un dispositivo (310) de control de la congestión en el seno de dicha red según una de las reivindicaciones 8 o 9.

12. Programa de ordenador que incluye unas instrucciones para la ejecución del procedimiento de control de la congestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, cuando el programa se ejecuta por un procesador.

13. Soporte de registro legible por un procesador en el que está registrado un programa que incluye unas instrucciones para la ejecución del procedimiento de control de la congestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, cuando el programa se ejecuta por un procesador.

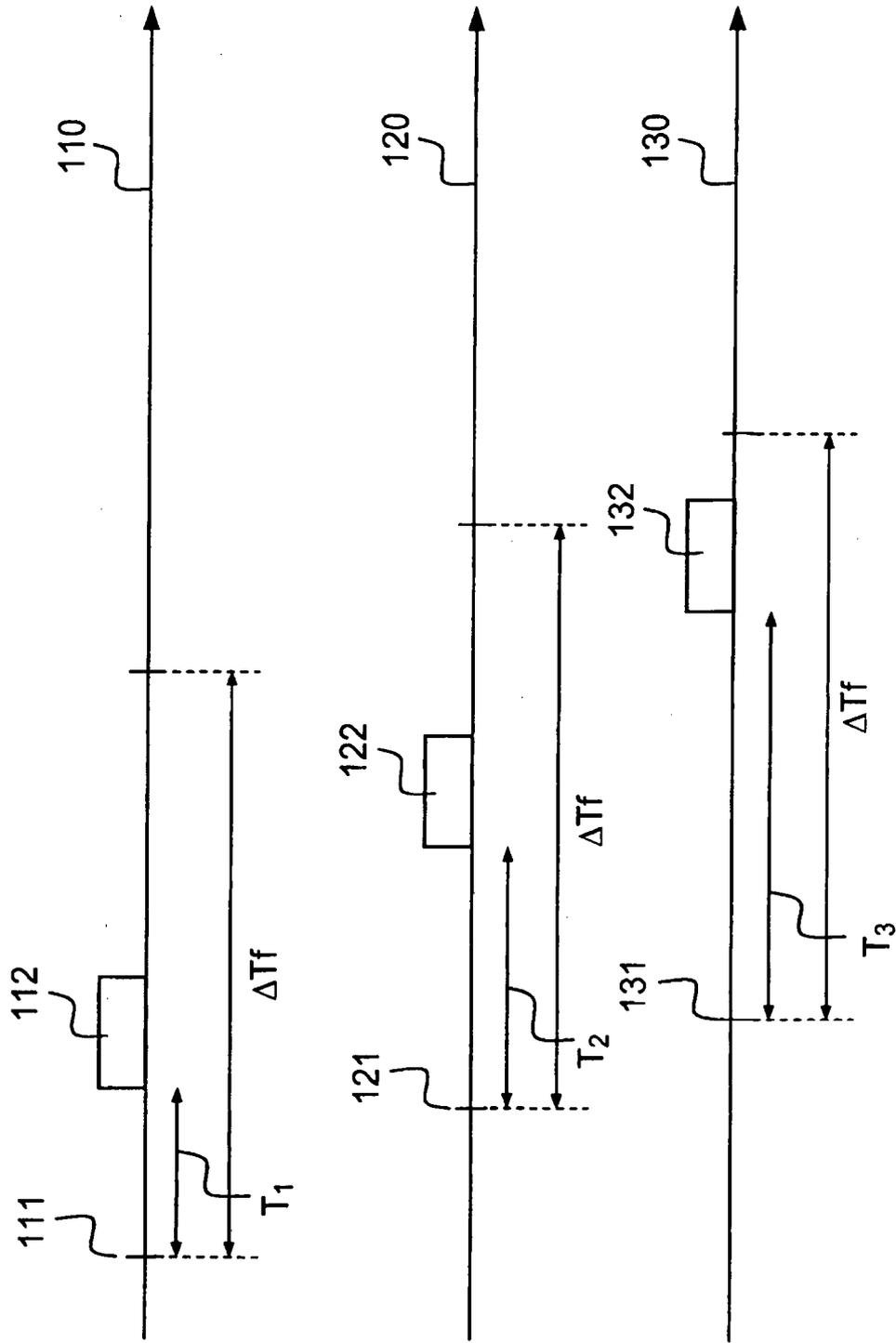


FIG.1

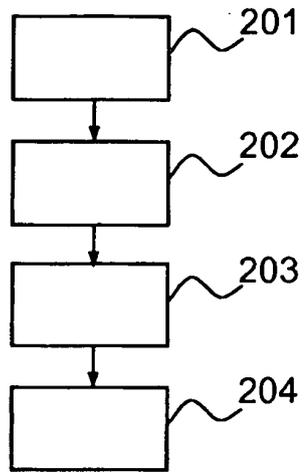


FIG.2

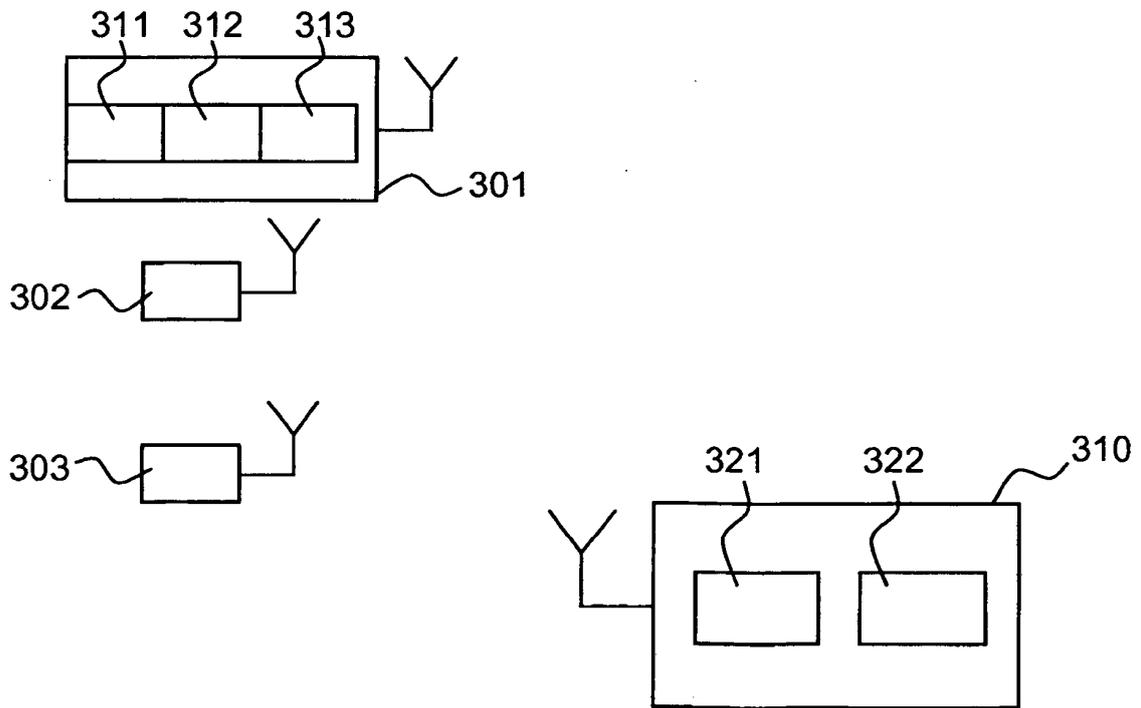


FIG.3