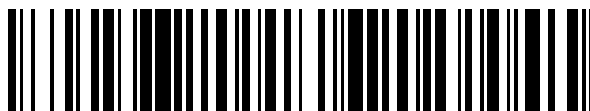


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 515 742**

51 Int. Cl.:

H04W 28/02 (2009.01)

H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2013** **E 13169991 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014** **EP 2672751**

54 Título: **Procedimiento de transmisión en una red multi-destinatarios**

30 Prioridad:

05.06.2012 FR 1201621

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

30.10.2014

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR

72 Inventor/es:

KHALIFE, HICHAM;
LEGUAY, JÉRÉMIE y
CONAN, VANIA

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 515 742 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 transmisión en una red multi-destinatarios

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de transmisión en el cual:

- el mismo mensaje se envía desde el nodo expedidor a varios nodos destinatarios,
- el nodo destinatario de un mensaje devuelve un mensaje de acuse de recibo al nodo expedidor tras la recepción del mensaje.

10 **[0002]** El procedimiento es válido incluso para las redes filares e incluso para 1 único salto. Basta tener entre los destinatarios nodos conectados a través de enlaces de caudales diferentes y/o que tienen capacidades de tratamiento de cálculo diferentes.

15 **[0003]** La invención se sitúa en el ámbito de las redes multi-destinatario en las cuales un mismo mensaje debe ser dirigido a varios nodos destinatarios que tienen propiedades de conexiones diferentes a través eventualmente de varios nodos intermedios, siendo las velocidades de transmisión en los diferentes enlaces diferentes así como los tiempos de tratamiento por los nodos destinatarios y/o intermedios. Se aplica más generalmente a cualquier red multi-destinatario donde las características de las comunicaciones para alcanzar los nodos destinatarios son diferentes. Esto puede deberse a las razones siguientes:

- Los enlaces que unen el nodo expedidor con cada uno de los nodos destinatarios tienen capacidades y caudales diferentes. Esto produce retardos de transmisión y de propagación variables para cada nodo destinatario;
- Los nodos tienen capacidades de cálculo y de tratamiento diferentes. En estas situaciones, el tiempo de respuesta varía para cada nodo destinatario;
- en el caso de una red multi-salto, los nodos destinatarios pueden encontrarse con números de saltos diferentes del nodo expedidor; La asimetría de la topología de la red añadida a las dos razones anteriormente citadas, hacen que los retardos de comunicación sean diferentes para cada nodo destinatario.

20 **[0004]** Así, en las redes inalámbricas multi-destinatarios multi-saltos, los nodos destinatarios pueden situarse a un único o a varios saltos de la fuente.

[0005] Los paquetes o mensajes son dirigidos por el nodo expedidor con una determinada cadencia de envío hacia varios nodos destinatarios. Esta cadencia de envío debe tener en cuenta capacidades de velocidad de transmisión en cada uno de los enlaces hacia todos los nodos destinatarios potenciales. En particular, esta cadencia debe tener en cuenta capacidades de los diferentes enlaces y congestiones eventuales debidas a los mensajes concurrentes que deben transitar en los mismos enlaces. La fiabilidad de los enlaces también impacta en la calidad de la transmisión.

35 **[0006]** Con el fin de buscar aportar una solución a este problema de fiabilidad y de congestión, se han propuesto varias soluciones a través de protocolos.

[0007] En particular, el protocolo NORM (RFC 5740) gestiona la fiabilidad y el control de congestión con ayuda de dos módulos separados. Se utilizan unos acuses de recibo negativos (NACK) para dotar de fiabilidad a la transmisión y se utiliza un mecanismo basado en TFRC (*TCP Friendly Rate Control*) para el control de las congestiones. Este mecanismo prevé, según el protocolo NORM, el cálculo de una misma cadencia hacia cada nodo destinatario a partir de los acuses de recibo recibidos y define una cadencia de transmisión de los mensajes para el conjunto de los nodos destinatarios con el fin de satisfacer el nodo destinatario más lento.

40 **[0008]** El protocolo NORM penaliza de manera muy importante los nodos destinatarios que se benefician de capacidades de transporte elevadas, puesto que su caudal se alinea con el caudal del nodo más lento.

[0009] Esta solución no está adaptada para la optimización de la banda pasante.

55 **[0010]** Se conoce por otro lado el protocolo SMCC (*Smooth Multirate Multicast Congestion Control*) publicado en la conferencia IEEE Infocom 03). Este protocolo propone transmitir desde un mismo nodo expedidor varios flujos del mismo tráfico de datos por varios canales con caudales crecientes. Un nodo destinatario, en función de sus capacidades, se abona al canal más adaptado.

60 **[0011]** El protocolo SMCC propone adaptar el caudal en cada canal con una técnica basada en el protocolo TFRC. Permite también a un nodo destinatario pasar dinámicamente de un canal a otro canal. Este protocolo no gestiona la fiabilidad de los intercambios y se contenta con crear un número fijado de canales, sin que el nodo expedidor o los nodos destinatarios que utilizan los canales que proporcionan los datos puedan influir en los caudales de cada canal.

[0012] Así, el protocolo SMCC no optimiza la banda pasante durante transmisiones puesto que el nodo expedidor transmite el máximo de datos posible y en todos los canales con el objetivo de alcanzar el máximo de nodos destinatarios.

5 [0013] Los documentos siguientes:

US 2009/141631,
"TCP with gateway adaptive pacing for multihop wireless networks with Internet connectivity", de ELRAKABAWY ET
AL, COMPUTER NETWORKS, ELSEVIER
10 SCIENCE PUBLISHERS B.V., AMSTERDAM, NL, "A Survey on Congestion Control for MobileAd-Hoc Networks",
Christian Lochert publicado en Wireless Communications and mobile Computing, 12 abril de 2007,
también divulgan soluciones esencialmente basadas en la adaptación de caudal con la finalidad de evitar las
congestiones y alisar el caudal de datos.

15 [0014] La invención tiene como objetivo el de proponer un procedimiento, un nodo expedidor y una red de
transmisión de informaciones en una red multi-destinatarios que permite un control de la fiabilidad de las
transmisiones y simultáneamente una optimización de la banda pasante.

20 [0015] A tal efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de transmisión de mensajes del tipo precitado,
caracterizado por el hecho de que comprende:

- una etapa de reparto, por el nodo expedidor, de los nodos destinatarios en al menos dos grupos de nodos
destinatarios según un criterio de reparto predeterminado considerando los tiempos de recorrido de ida y vuelta del
mensaje entre el envío del mensaje y la recepción del mensaje de acuse de recibo del nodo destinatario, y
- 25 - una etapa de envío de mensajes a los nodos destinatarios de un mismo grupo con un retardo de latencia entre el
envío de dos mensajes sucesivos hacia unos mismos nodos destinatarios del mismo grupo, siendo estos retardos de
latencia, cada uno perteneciente a un grupo y que definen el caudal del grupo, diferentes de uno a otro grupo.

30 [0016] Según unos modos particulares de realización, el procedimiento de transmisión comprende una o varias de
las características siguientes:

- dicho criterio de reparto predeterminado se refiere a la comparación del tiempo de recorrido del mensaje de ida y
vuelta con un intervalo de tiempo característico propio del grupo considerado;
- el retardo de latencia para un grupo determinado es inferior o igual al límite superior del intervalo de tiempo
35 característico propio del grupo;
- para al menos un grupo, el retardo de latencia es igual al tiempo de recorrido de ida y vuelta más largo para el
mensaje precedente de todos los nodos destinatarios del grupo;
- dicho criterio de reparto predeterminado se recalcula en el transcurso del tiempo en función del reparto de los
nodos destinatarios entre los grupos;
- 40 - el recálculo del criterio de reparto predeterminado se realiza periódicamente;
- el recálculo del criterio de reparto predeterminado se realiza para maximizar el caudal total de la red;
- el recálculo del criterio predeterminado se realiza en el caso de M grupos para hacer máxima la función

$$\sum_{i=1}^M N_i \frac{K}{T_{\min i-i+1}} \text{ avec } 1 \leq N_i \leq Total - \sum_{j=1}^{i-1} N_j$$

45 donde M es el número de grupos, N_i el número de nodos destinatarios pertenecientes al grupo i , K es el tamaño de
los mensajes enviados, $Total$ el número total de nodos destinatarios, y $T_{\min i-i+1}$ es el valor utilizado para el criterio de
reparto entre los grupos i e $i+1$;

- el recálculo del criterio predeterminado se realiza en el caso de dos grupos para hacer máxima la función $(N.K / T_{\min 1-2}) + L.K / T_{\max}$, donde N es el número de nodos destinatarios que han enviado un acuse de recibo, K es una
constante, $T_{\min 1-2}$ es el valor utilizado para el criterio de reparto entre los dos grupos, L es el número de nodos
50 destinatarios que no han enviado su acuse de recibo, $T_{\max}$ es un valor superior a $T_{\min 1-2}$;
- comprende una etapa de reasignación de un nodo destinatario de un grupo de origen a un grupo de destino por el
nodo expedidor a solicitud del nodo destinatario.

55 [0017] La invención también tiene por objeto un nodo expedidor para una red de transmisión de mensajes multi-
destinatarios **caracterizado por el hecho de que** un nodo expedidor apto para la transmisión de mensajes hacia
varios nodos destinatarios en una red, comprendiendo el nodo:

- medios para dirigir el mismo mensaje a varios nodos destinatarios,
- medios para recibir de cada nodo destinatario un mensaje, un mensaje de acuse de recibo tras la recepción del
60 mensaje, **caracterizado por el hecho de que** comprende:
- medios de reparto, de los nodos destinatarios en al menos dos grupos de nodos destinatarios según un criterio de
reparto predeterminado considerando los tiempos de recorrido de ida y vuelta del mensaje entre el envío del
mensaje y la recepción del mensaje de acuse de recibo del nodo destinatario,

- medios de envío de mensajes a los nodos destinatarios de un mismo grupo con un retardo de latencia entre el envío de dos mensajes sucesivos hacia unos mismos nodos destinatarios del mismo grupo, siendo estos retardos de latencia, cada uno perteneciente a un grupo y que definen el caudal del grupo, diferentes de uno a otro grupo.

5 **[0018]** La invención también tiene por objeto una red de transmisión de mensaje comprendiendo al menos un nodo expedidor y varios nodos destinatarios en el cual cada nodo destinatario comprende medios para devolver un mensaje de acuse de recibo al nodo expedidor tras la recepción de un mensaje, **caracterizado por el hecho de que** el o cada nodo expedidor es tal como se ha definido más arriba.

10 **[0019]** Cada nodo destinatario comprende medios para dirigir al nodo expedidor una solicitud de cambio de grupo y el nodo expedidor comprende medios de reasignación del nodo destinatario de un grupo de origen a un grupo de destino en función de la solicitud de cambio de grupo.

15 **[0020]** La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente, determinada únicamente a título de ejemplo y hecha haciendo referencia a los dibujos en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática de una parte de una red de transmisión multi-destinatarios y multi-saltos;
- la figura 2 es una vista esquemática de la estructura de un nodo expedidor y de un destinatario de la red de la figura 1;
- 20 - la figura 3 es una representación esquemática del reparto de los nodos de la red en dos grupos distintos según la invención; y
- la figura 4 es un organigrama del procedimiento llevado a cabo en un nodo expedidor y de la red de la figura 1.

25 **[0021]** La red 10 multi-destinatarios y multi-saltos ilustrado en la figura 1 es por ejemplo una red inalámbrica de tipo ad hoc. En este esquema, los nodos de la red se ilustran mediante unos círculos y los enlaces entre un nodo expedidor y un nodo destinatario se ilustran mediante unas flechas.

30 **[0022]** Teniendo en cuenta la limitación de la distancia de transmisión en la red, y como ya es conocido de por sí, un mensaje emitido por un nodo expedidor 12 hasta un nodo destinatario alejado 14 transita por un primer enlace hasta un nodo intermedio o relé 18 por un segundo enlace red entre el nodo intermedio 18 y el nodo destinatario final 14. Así, un mensaje puede alcanzar un nodo destinatario en un único salto o a través de varios saltos mediante nodos intermedios.

35 **[0023]** Los dos nodos intermedios 18 son o no destinatarios del mensaje. En la figura 1, los destinatarios de un mismo mensaje supuesto emitido por el nodo expedidor 12 están rayados mientras que los nodos no destinatarios y que constituyen solamente nodos intermedios se ilustran mediante unos círculos no rayados.

40 **[0024]** El modo de funcionamiento de estas redes se conoce de por sí y no se volverá a describir. Estas redes se utilizan en especial como redes tácticas militares, estando constituidos los nodos de la red por medios de emisión recepción llevados por vehículos.

45 **[0025]** En esta red, los nodos expedidores son capaces de dirigir, a unos grupos de nodos, un mismo mensaje con cadencias predefinidas. Estas cadencias se definen por un tiempo de latencia, que separan los envíos de mensajes sucesivos hacia los nodos de un mismo grupo.

50 **[0026]** Según la invención, los nodos destinatarios de un mismo mensaje están repartidos en al menos dos grupos de nodos para los cuales los mensajes se transmiten a cadencias distintas para los grupos de nodos. Estas cadencias se definen por el nodo expedidor y son variables en función del tiempo. Los nodos están repartidos en los diferentes grupos en función de un criterio de reparto predefinido que se implementa mediante un algoritmo aplicado por el nodo expedidor en función de diferentes variables tal como se explicará más adelante. Así, el reparto de los nodos entre los grupos cambia en el transcurso del tiempo y el criterio de reparto también evoluciona en el transcurso del tiempo; esto con la finalidad de optimizar una restricción particular como por ejemplo el caudal total de la red. La restricción optimizada con el algoritmo detallado más adelante es el caudal total de las redes definido como la suma de los caudales de los grupos de la red. El caudal de un grupo es la suma de los caudales de los miembros del grupo. Sin embargo, se pueden escoger otras restricciones y ser optimizadas en el marco genérico propuesto por la invención.

60 **[0027]** En la figura 2 se representa la estructura de un nodo expedidor 20 y de un nodo destinatario 22. En la práctica, un mismo nodo suele ser un nodo expedidor y un nodo destinatario en función de las transmisiones que se deben garantizar. Por lo tanto un nodo de la red comprende generalmente las estructuras acumuladas de los nodos 20 y 22.

65 **[0028]** El nodo expedidor 20 comprende, para cada grupo de nodos destinatarios, una pila 32 en la cual se almacenan los mensajes a enviar, con las direcciones de los nodos destinatarios pertenecientes al grupo. Así, un mismo mensaje que debe ser dirigido a unos nodos de varios grupos figura en varias pilas 32.

[0029] El nodo expedidor 20 comprende un módulo de emisión 34 capaz de recibir los mensajes de las diferentes pilas y de dirigirlos, para los nodos destinatarios de una misma pila simultáneamente, a la cadencia propia de la pila según el protocolo empleado hacia los nodos destinatarios que de ben recibir estos mensajes.

[0030] Como es conocido de por sí, cada nodo destinatario 22 comprende un módulo de recepción 36 capaz de recibir los mensajes del nodo expedidor. Cada nodo destinatario comprende también un módulo de transmisión 38 capaz de retransmitir hacia el nodo destinatario final el mensaje si el nodo destinatario actúa en calidad de nodo relé. Este módulo de emisión 38 también es capaz de transmitir, tras la recepción de un mensaje, un mensaje de acuse de recibo hacia el nodo expedidor para confirmar la recepción correcta o no del mensaje anteriormente recibido del nodo expedidor, o también un mensaje de estado.

[0031] El nodo expedidor 20 comprende, para la recepción de los mensajes, un módulo de recepción 40 capaz de recibir mensajes de acuse de recibo, o mensajes de estado tales como una solicitud de cambio de grupo de un nodo destinatario.

[0032] Cuando un mismo nodo es a la vez un nodo expedidor y un nodo destinatario, los módulos de emisión 34, 38 y de recepción 36, 40 están constituidos o no por un mismo módulo respectivamente.

[0033] El nodo de expedición 20 comprende, aparte de los módulos de transmisión 34 y 40, una unidad de tratamiento de informaciones 50 conectada con una base de datos 52.

[0034] La base de datos 52 contiene, para cada nodo destinatario potencial de la red, el grupo al cual pertenece. Preferentemente, además, para cada nodo destinatario, la base de datos comprende el tiempo medio de recorrido de ida y vuelta observado entre el nodo expedidor y el nodo destinatario considerado. Este tiempo medio de recorrido de ida y vuelta es por ejemplo la media deslizando de los tiempos de recorrido constatados en una ventana de N valores sucesivos.

[0035] El tiempo de recorrido de ida y vuelta es la duración que transcurre entre el instante de envío de un mensaje hacia un nodo destinatario y el instante de recepción por el nodo expedidor del acuse de recibo dirigido por el nodo destinatario que ha recibido el mensaje.

[0036] La unidad de tratamiento de informaciones 50 comprende, aparte de los medios conocidos de por sí adaptados para la gestión del nodo expedidor, un módulo de identificación 54 capaz de determinar para cada mensaje dirigido desde el nodo expedidor hacia un nodo destinatario el tiempo de recorrido de ida y vuelta. A tal efecto, el módulo de identificación determina, a partir de una señal de reloj, el instante de envío de un mensaje por el nodo expedidor y el instante de recepción del mensaje de acuse de recibo emitido por el destinatario tras la recepción de este mensaje. Deduce de este el tiempo de recorrido del mensaje de ida y vuelta.

[0037] La unidad de tratamiento 50 comprende además un módulo de estimación 56 capaz de definir el criterio de reparto de los nodos destinatarios entre los diferentes grupos y de asegurar, en el transcurso del tiempo, el reparto de estos nodos en los grupos en función del criterio de reparto definido en el instante considerado.

[0038] De manera general, la unidad 50 es capaz de asegurar la realización del algoritmo cuyo organigrama se ilustra en la figura 4.

[0039] Cada nodo destinatario 22 comprende también una unidad de tratamiento de informaciones 60 que garantiza la gestión del nodo. Esta unidad comprende un módulo de acuse de recibo 62 capaz de pilotar el envío por el nodo destinatario de un mensaje de acuse de recibo hacia el nodo expedidor de un mensaje en cada mensaje recibido.

[0040] Como ya se conoce de por sí, se pueden emplear varias estrategias de gestión de acuse de recibo. Por ejemplo, el mensaje inicial se segmenta y transfiere en pequeños segmentos y solamente es en la recepción del último que el nodo destinatario envía un acuse de recibo que especifica los segmentos bien recibidos y aquellos que se han perdido.

[0041] Se realiza una estrategia por el nodo expedidor en la recepción del mensaje de acuse de recibo si se ha constatado un problema de transmisión. Esta estrategia es de cualquier tipo adaptado para la retransmisión parcial o total del mensaje y no se describirá aquí.

[0042] La unidad 60 comprende también un módulo 64 de gestión de los estados. Este módulo está adaptado para notificar de manera explícita, en forma de un estado en uno o varios nodos expedidores, un cambio sobrevenido al nivel del nodo destinatario. Este cambio es por ejemplo una congestión de la red o incluso una evolución del estado del propio nodo destinatario, es decir una incapacidad de recibir mensajes a un ritmo elevado o un cambio de propiedad de las conexiones. Este estado es por ejemplo característico de la solicitud de un nodo destinatario de pasar de un grupo con cadencia de emisión elevada hacia un grupo con cadencia de emisión más lenta o al contrario de un grupo con cadencia de emisión lenta a un grupo con cadencia de emisión más elevada.

[0043] Según la invención y para cada nodo expedidor considerado, los nodos destinatarios potenciales están repartidos en al menos dos grupos. Cada grupo de nodos se caracteriza por una cadencia propia de transmisión de los mensajes. Estas cadencias de transmisión y/o el reparto de los nodos entre los grupos de destinatarios varían en el transcurso del tiempo en función del criterio de reparto predeterminado que él mismo es ventajosamente variable en el transcurso del tiempo.

[0044] Las cadencias de transmisión son diferentes de uno a otro grupo.

[0045] En el ejemplo considerado, e ilustrado en la figura 3, los nodos están repartidos en solamente dos grupos. Como variante, se puede escoger un número de grupos más elevado.

[0046] Los nodos destinatarios están repartidos entre los dos grupos en función de un criterio relativo al tiempo medio de recorrido de ida y vuelta de un mensaje entre el nodo expedidor y el nodo destinatario.

[0047] Así, los nodos destinatarios cuyo tiempo medio de recorrido de ida y vuelta está comprendido entre 0 y $T_{\min 1-2}$ son unos elementos del primer grupo G1 llamado rápido. Se supone que N elementos figuran en este primer grupo, ilustrándose cada nodo del primer grupo por una flecha vertical ascendente posicionada según el eje de los tiempos, en el tiempo de recorrido medio de ida y vuelta de un mensaje entre el expedidor y este nodo.

[0048] Asimismo, L nodos cuyo tiempo de recorrido medio de ida y vuelta está comprendido entre $T_{\min 1-2}$ y un valor $T_{\max}$ son miembros del segundo grupo G2 llamado lento. También se representan mediante una flecha vertical pero descendente según el tiempo de recorrido medio que le es propio.

[0049] Así, cada grupo se caracteriza por un intervalo característico $[0, T_{\min 1-2}]$ o $[T_{\min 1-2}, T_{\max}]$ que contiene los tiempos de recorrido medios de ida y vuelta de los nodos de este grupo.

[0050] El algoritmo ilustrado en la figura 4 es capaz de controlar el envío de los mensajes con una cadencia capaz de cada grupo en función del grupo al cual pertenece el nodo destinatario del mensaje, así como de modificar en el transcurso del tiempo el reparto de los nodos entre los grupos, en especial modificando el criterio de reparto predeterminado que define la frontera entre los diferentes grupos.

[0051] En el ejemplo considerado, este criterio corresponde a una comparación del tiempo medio de recorrido de ida y vuelta al valor $T_{\min 1-2}$, valor $T_{\min 1-2}$ que varía en el transcurso del tiempo como se explicará en lo que sigue de la descripción.

[0052] Para un mensaje a enviar, y tal como se ilustra en la figura 4, el mensaje se envía al módulo de emisión 34 del nodo expedidor con la lista de los nodos que deben ser destinatarios.

[0053] Durante una etapa 100, el mensaje se distribuye, eventualmente con transferencia del mensaje en las pilas 32 en función de los nodos que deben ser destinatarios. La pila de los nodos del grupo rápido se indica 32A mientras que la pila del grupo lento se indica 32B.

[0054] En las etapas 102 y 104, los mensajes presentes en las pilas 32 son cada uno dirigidos a los nodos destinatarios con la cadencia de emisión propia del grupo.

[0055] En el ejemplo considerado, los mensajes con destino a los nodos del grupo G1 emitidos en la etapa 102 son dirigidos a una frecuencia regular separada de un retardo de latencia igual al valor $T_{\min 1-2}$ utilizado como criterio de reparto entre los grupos G1 y G2.

[0056] En la etapa 104, los mensajes con destino a los nodos destinatarios del segundo grupo G2 son dirigidos con un retardo de latencia igual al valor $T_{\max}$ predeterminado o al máximo de los tiempos de recorrido de ida y vuelta entre el nodo expedidor y el nodo destinatario para el mensaje precedente, siendo este último valor retenido si es inferior a $T_{\max}$.

[0057] El nodo expedidor escucha permanentemente en la etapa 106 los mensajes de acuse de recibo o de estado que le son dirigidos por los otros nodos de la red.

[0058] En la etapa 108, determina la naturaleza de los mensajes recibidos.

[0059] Si el mensaje recibido es un mensaje de estado que contiene una solicitud explícita proveniente de un nodo destinatario de cambiar de grupo, se hace una inscripción en la base de datos 52 en la etapa 110 y el nodo se transfiere desde su grupo de origen al grupo de destino requerido.

[0060] Si el mensaje recibido es un mensaje de acuse de recibo, este mensaje y su instante de recepción son tratados durante una etapa de identificación 112 realizada por el módulo de estimación 54. Durante esta etapa, se determina el tiempo de recorrido medio de ida y vuelta del mensaje. En la etapa 114, este tiempo de recorrido de ida

y vuelta se compara con el umbral $T_{\min1-2}$. Si el tiempo de recorrido medio de ida y vuelta permanece en el intervalo característico del grupo actual del nodo destinatario, el nodo se mantiene en el grupo.

[0061] En cambio, si el tiempo de recorrido medio de ida y vuelta no está comprendido en el intervalo característico del grupo considerado, el nodo destinatario se vuelve a colocar en el grupo cuyo intervalo característico contiene un tiempo de recorrido medio de ida y vuelta constatado mediante inscripción en la base 52 en la etapa 118.

[0062] Tras la expiración de $T_{\min1-2}$ todos los nodos destinatarios que no han respondido se consideran como lentos, el mensaje enviado se transfiere a la pila del grupo G2 llamado lento. El mensaje permanece en esta pila hasta acuse de recibo de todos los nodos del grupo lento. Es en este momento que la última pila se vacía considerando que todos los nodos destinatarios han sido bien servidos.

[0063] En la etapa 120, la unidad de tratamiento 50 determina los periodos de vacancia, es decir los periodos en el transcurso de los cuales no se ha enviado o recibido ningún mensaje. Durante estos periodos, se realiza la etapa 122 de re-estimación del criterio de reparto entre los grupos por el módulo de estimación 56.

[0064] Como variante, la etapa 122 se realiza periódicamente y no solamente durante los periodos de vacancias.

[0065] El criterio de reparto se modifica durante la etapa de estimación 122 con vistas a maximizar el número de nodos destinatarios servidos con caudal máximo.

[0066] En el ejemplo considerado, la estimación del valor $T_{\min1-2}$ que sirve de variable para el criterio de reparto se efectúa de la manera siguiente.

[0067] Se calcula el valor de $T_{\min1-2}$ para asegurar un caudal óptimo para cada uno de los grupos de destinatarios. Este caudal óptimo corresponde a la maximización del caudal total de la red.

[0068] Un mecanismo de cálculo dinámico de $T_{\min1-2}$ permite seguir la evolución del tamaño de los grupos y de asegurar que cada uno de estos grupos obtiene un caudal adecuado que maximiza la utilización de los recursos de la red. Este algoritmo permite también partir de una configuración inicial simple para hallar un punto de operación óptimo. Al algoritmo de cálculo de $T_{\min1-2}$ se le llama periódicamente y/o durante la vacancia de la red como se explicitó anteriormente.

[0069] En un sistema de dos grupos, el valor de $T_{\min1-2}$ determina el caudal obtenido por el primer grupo. Efectivamente, los nodos destinatarios de este grupo no serán servidos por un nuevo mensaje como muy tarde después que la duración $T_{\min1-2}$ haya transcurrido. El caudal así obtenido por el grupo rápido G1 es de $\text{tamaño_mensaje} / T_{\min1-2}$ donde *tamaño_mensaje* es el número de octetos que constituye el mensaje a enviar. De la misma manera, el caudal observado por los nodos lentos del grupo G2 se aproxima por $\text{tamaño_mensaje} / T_{\max}$ donde $T_{\max}$ es la duración de espera máxima.

[0070] El objetivo de la estimación de $T_{\min}$ es la maximización del caudal total observado por la red que también puede ser visto como la maximización del número de nodos destinatarios servidos con un caudal máximo. Esto se escribe formalmente de la manera siguiente:

$$\text{Max}(N.K / T_{\min1-2})$$

donde K es una constante y N el número de nodos destinatarios del grupo rápido G1.

[0071] Según la fórmula de más arriba, el caudal aumenta linealmente con N y decrece con $T_{\min1-2}$. Dicho de otro modo, para mejorar el caudal del grupo rápido G1, hay que esperar el retorno de un máximo de nodos destinatarios y también esperar lo menos posible. Prácticamente, estas dos restricciones son contradictorias y la estimación del $T_{\min1-2}$ óptimo se resume en encontrar el punto de ruptura o extremo de la función.

[0072] Estimar este punto de ruptura, es decir $T_{\min1-2}$, depende de la restricción de optimización escogida en la red. Una solución posible es basarse en el objetivo de maximización del caudal del sistema comparando el caso en que un nodo destinatario que envía un retorno se considera como rápido con respecto al caso en que este último se considera lento. Ello equivale a hacer corresponder $T_{\min1-2}$ al tiempo de recorrido de ida y vuelta de un nodo destinatario y calcular qué $T_{\min1-2}$ maximiza el caudal con la fórmula siguiente:

$$(N.K / T_{\min1-2}) + L.K / (T_{\max})$$

donde N es el número de nodos destinatarios que han enviado un acuse de recibo contando el nodo destinatario que acaban de enviar su acuse de recibo y L es el número de nodos destinatarios que aún no han enviado acuse de recibo (número total - N).

[0073] La fórmula precedente compara el caudal de los dos grupos. Para una optimización de prestaciones, esta suma debe maximizarse en otros términos a tener un caudal máximo para el grupo rápido manteniendo un número razonable de destinatarios en cada uno de los grupos.

[0074] Puesto que el cálculo de $T_{\min 1-2}$ se efectúa periódicamente o en caso de vacancia del sistema, se imponen pocas restricciones de tiempo de cálculo.

[0075] Un ejemplo de algoritmo que explota las métricas presentadas es el siguiente:

Etapas del algoritmo:

Entradas

[0076]

- NB //Nombrededestinarios
- TpsAR[NB] //tabla de las AR para cada destinatario (puede ser una media ponderada)
- $T_{\max}$ //depende tamaño de la red, tipo de tráfico...
- max, índice, //variables intermedias retorno (salida)

[0077]

- Valor de $T_{\min 1-2}$

Desarrollo

[0078]

- escoger TpsAR[NB]
- max = 0 (inicialización)
- mientras j < NB

$$\text{calcul result} = (j \cdot K / \text{Tps_AR}[0]) + (NB - j) \cdot K / (T_{\max})$$

si result > max
max = result
índice = j
fin si
fin mientras

- $T_{\min 1-2} = \text{TpsAR}[\text{índice}] + \text{Epsilon}$ //el retorno del índice permite estimar el número de destinatarios en el grupo

FIN

[0079] El algoritmo calcula el valor óptimo de $T_{\min 1-2}$ en función del criterio de maximización utilizado; a saber aquí la maximización del caudal total de la red. El algoritmo se implementa por el nodo expedidor en el momento donde el cálculo de un nuevo valor de $T_{\min 1-2}$ es necesario, es decir una vez que la base de datos de la figura 2 contiene tiempos de ida y vuelta para todos los nodos destinatarios. Primero se clasifican los tiempos de ida y vuelta en orden creciente, luego $T_{\min 1-2}$ se posiciona justo después del tiempo de ida y vuelta ($\text{TpsAR}[j]$) de cada destinatario. Posicionando $T_{\min 1-2}$, se calcula el caudal total de la red así obtenido. Este proceso se repite para todos los nodos destinatarios y el caudal máximo así como el valor $\text{TpsAR}[j]$ que maximiza este caudal se conservan en variables intermedias (max e índice). El algoritmo devuelve al final de su ejecución el valor de $T_{\min 1-2}$ situado justo después del tiempo de ida y vuelta que ofrece el mejor caudal total de la red. Más generalmente, el recálculo del criterio predeterminado se realiza en el caso de M grupos para hacer máxima la función

$$\sum_{i=1}^M N_i \frac{K}{T_{\min i-i+1}}$$

con

$$1 \leq N_i \leq Total - \sum_{j=1}^{i-1} N_j$$

donde M es el número de grupos, N_i es el número de nodos destinatarios pertenecientes al grupo i , K es el tamaño de los mensajes enviados, $Total$ el número total de nodos destinatarios, y $T_{\min i-i+1}$ es el valor utilizado para el criterio de reparto entre los grupos i e $i+1$.

5 **[0080]** Se aplica el nuevo criterio de segmentación entre los grupos durante la etapa 122 y los grupos así modificados se memorizan en la base 52.

10 **[0081]** Además, durante la transmisión, los mensajes de estado recibidos de un nodo destinatario que indican la incapacidad del nodo para seguir la cadencia impuesta por el nodo emisor en un grupo particular fuerzan un paso del nodo destinatario a un grupo más lento cuando ello es posible. El envío de este estado está provocado por un cambio de propiedades de los enlaces hacia un destinatario particular o incluso por un cambio en el modo de funcionamiento del nodo destinatario.

15 **[0082]** Un reparto no igualitario de los nodos entre los grupos fuerza un recálculo de $T_{\min 1-2}$ con el fin de hallar el valor óptimo en función de las restricciones a maximizar.

20 **[0083]** Por otro lado, la transmisión incorrecta total o parcial de mensajes se trata por una unidad de tratamiento específica del expedidor 20 para asegurar una retransmisión según un algoritmo de por sí que permite una calidad de transmisión satisfactoria para el servicio sub-yacente. La solución más simple consiste en retransmitir los mensajes erróneos para cada grupo.

25 **[0084]** Se concibe que este algoritmo permite optimizar la banda pasante gracias al reparto evolutivo de los nodos destinatarios entre los grupos y que permite asegurar la fiabilidad de la transmisión gracias a los acuses de recibo recibidos, los cuales también se para el reparto entre los grupos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de transmisión de mensajes desde un nodo expedidor (12) hacia varios nodos destinatarios (14) en una red (10) en el cual:

- el mismo mensaje se envía desde el nodo expedidor (12) a varios nodos destinatarios (14),
- el nodo destinatario (14) de un mensaje devuelve un mensaje de acuse de recibo al nodo expedidor (12) tras la recepción del mensaje,

caracterizado por el hecho de que comprende una etapa (114, 122) de reparto, por el nodo expedidor (12), de los nodos destinatarios (14) en al menos dos grupos (G1, G2) de nodos destinatarios según un criterio de reparto predeterminado considerando los tiempos de recorrido de ida y vuelta del mensaje entre el envío del mensaje y la recepción del mensaje de acuse de recibo del nodo destinatario, y

- una etapa de envío (102, 104) de mensajes a los nodos destinatarios de un mismo grupo con un retardo de latencia entre el envío de dos mensajes sucesivos hacia unos mismos nodos destinatarios del mismo grupo, siendo estos retardos de latencia, cada uno perteneciente a un grupo y que definen el caudal del grupo, diferentes de uno a otro grupo.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** dicho criterio de reparto predeterminado se refiere a la comparación del tiempo de recorrido del mensaje de ida y vuelta con un intervalo de tiempo característico propio del grupo considerado.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que** el retardo de latencia para un grupo determinado es inferior o igual al límite superior del intervalo de tiempo característico propio del grupo.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** para al menos un grupo, el retardo de latencia es igual al tiempo de recorrido de ida y vuelta más largo para el mensaje precedente de todos los nodos destinatarios del grupo.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** dicho criterio de reparto predeterminado se recalcula en el transcurso del tiempo en función del reparto de los nodos destinatarios entre los grupos.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por el hecho de que** el recálculo del criterio de reparto predeterminado se realiza periódicamente.

7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, **caracterizado por el hecho de que** el recálculo del criterio de reparto predeterminado se realiza para maximizar el caudal total de la red (10).

8. Procedimiento según la reivindicación 7 junto con la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que** el recálculo del criterio predeterminado se realiza en el caso de M grupos para hacer máxima la función

$$\sum_{i=1}^M N_i \frac{K}{T_{\min i-i+1}} \text{ avec } 1 \leq N_i \leq Total - \sum_{j=1}^{i-1} N_j$$

donde M es el número de grupos, N_i el número de nodos destinatarios pertenecientes al grupo i, K es el tamaño de los mensajes enviados, Total el número total de nodos destinatarios, y $T_{\min i-i+1}$ es el valor utilizado para el criterio de reparto entre los grupos i e i+1.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por el hecho de que** el recálculo del criterio predeterminado se realiza en el caso de dos grupos para hacer máxima la función $(N.K / T_{\min 1-2}) + L.K / T_{\max}$, donde N es el número de nodos destinatarios que han enviado un acuse de recibo, K es una constante, $T_{\min 1-2}$ es el valor utilizado para el criterio de reparto entre los dos grupos, L es el número de nodos destinatarios que aún no han enviado su acuse de recibo, $T_{\max}$ es un valor superior a $T_{\min 1-2}$.

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** comprende una etapa de reasignación de un nodo destinatario de un grupo de origen a un grupo de destino por el nodo expedidor a solicitud del nodo destinatario.

11. Nodo expedidor (12) apto para la transmisión de mensajes hacia varios nodos destinatarios (14) en una red (10), comprendiendo el nodo:

- medios para dirigir el mismo mensaje a varios nodos destinatarios (14),
- medios para recibir de cada nodo destinatario (14) un mensaje, un mensaje de acuse de recibo tras la recepción del mensaje,

caracterizado por el hecho de que comprende:

- medios de reparto, de los nodos destinatarios (14) en al menos dos grupos (G1, G2) de nodos destinatarios según un criterio de reparto predeterminado considerando los tiempos de recorrido de ida y vuelta del mensaje entre el envío del mensaje y la recepción del mensaje de acuse de recibo del nodo destinatario,
 - 5 - medios de envío de mensajes a los nodos destinatarios de un mismo grupo con un retardo de latencia entre el envío de dos mensajes sucesivos hacia unos mismos nodos destinatarios del mismo grupo, siendo estos retardos de latencia, cada uno perteneciente a un grupo y que definen el caudal del grupo, diferentes de uno a otro grupo.
- 10 **12.** Red (10) de transmisión de mensajes que comprende al menos un nodo expedidor (12) y varios nodos destinatarios (14) en el cual, cada nodo destinatario (14) comprende medios para devolver un mensaje de acuse de recibo al nodo expedidor (12) tras la recepción de un mensaje, **caracterizado por el hecho de que** el o cada nodo expedidor (12) es según la reivindicación 11.
- 15 **13.** Red (10) según la reivindicación 12, **caracterizado por el hecho de que** cada nodo destinatario (14) comprende medios para dirigir al nodo expedidor (12) una solicitud de cambio de grupo **y por el hecho de que** el nodo expedidor (12) comprende medios de reasignación del nodo destinatario (14) de un grupo de origen a un grupo de destino en función de la solicitud de cambio de grupo.

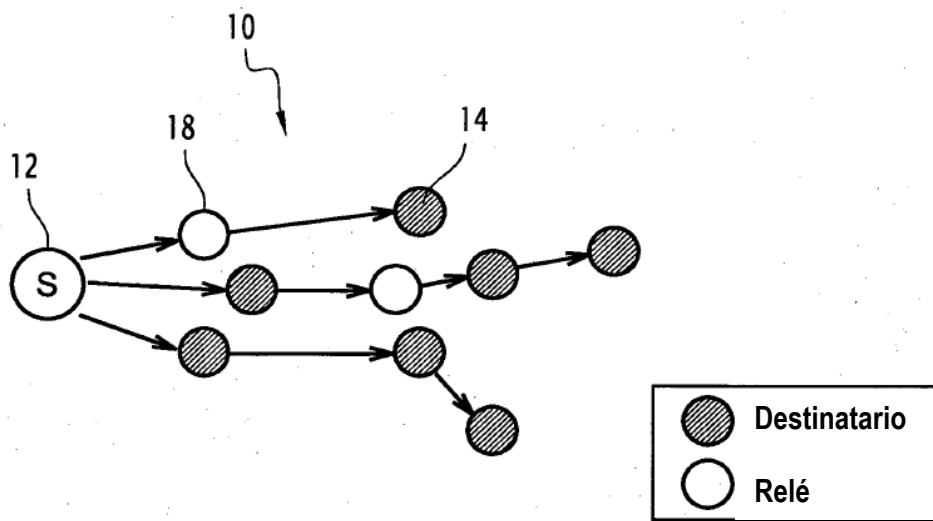


FIG.1

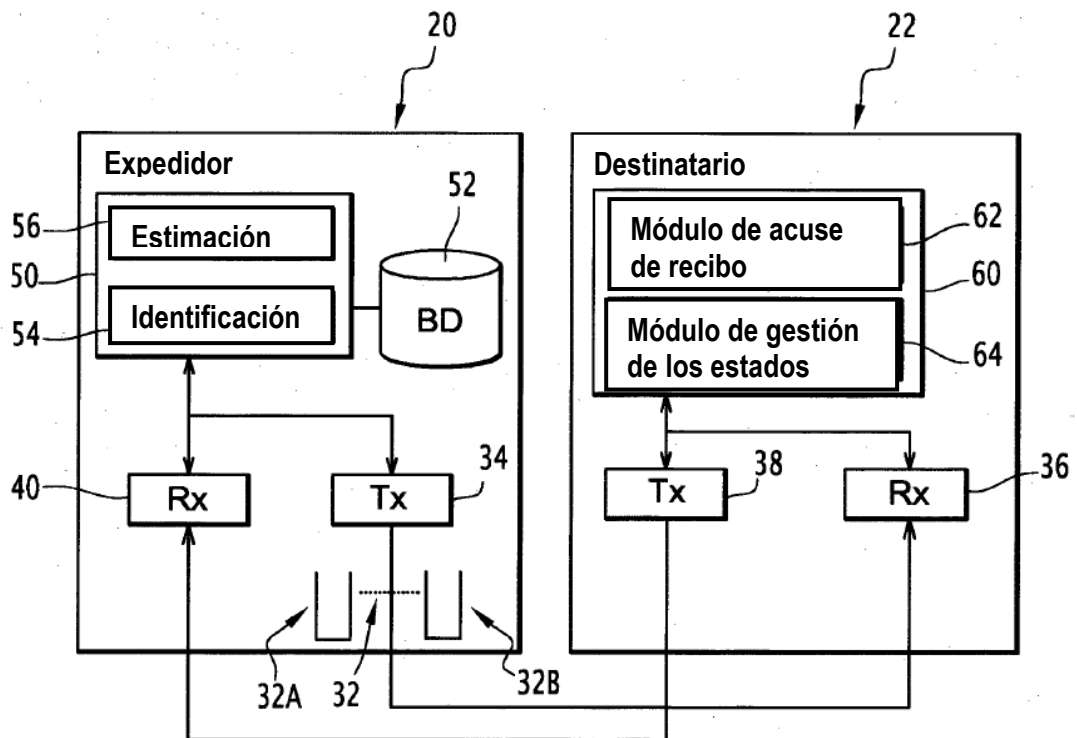


FIG.2

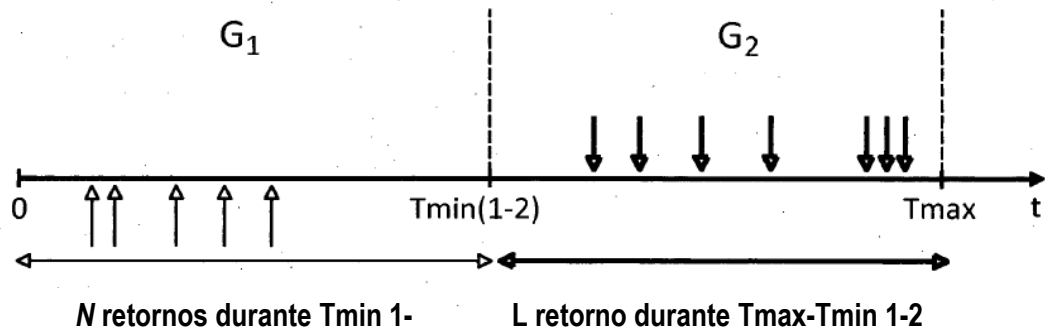


FIG. 3

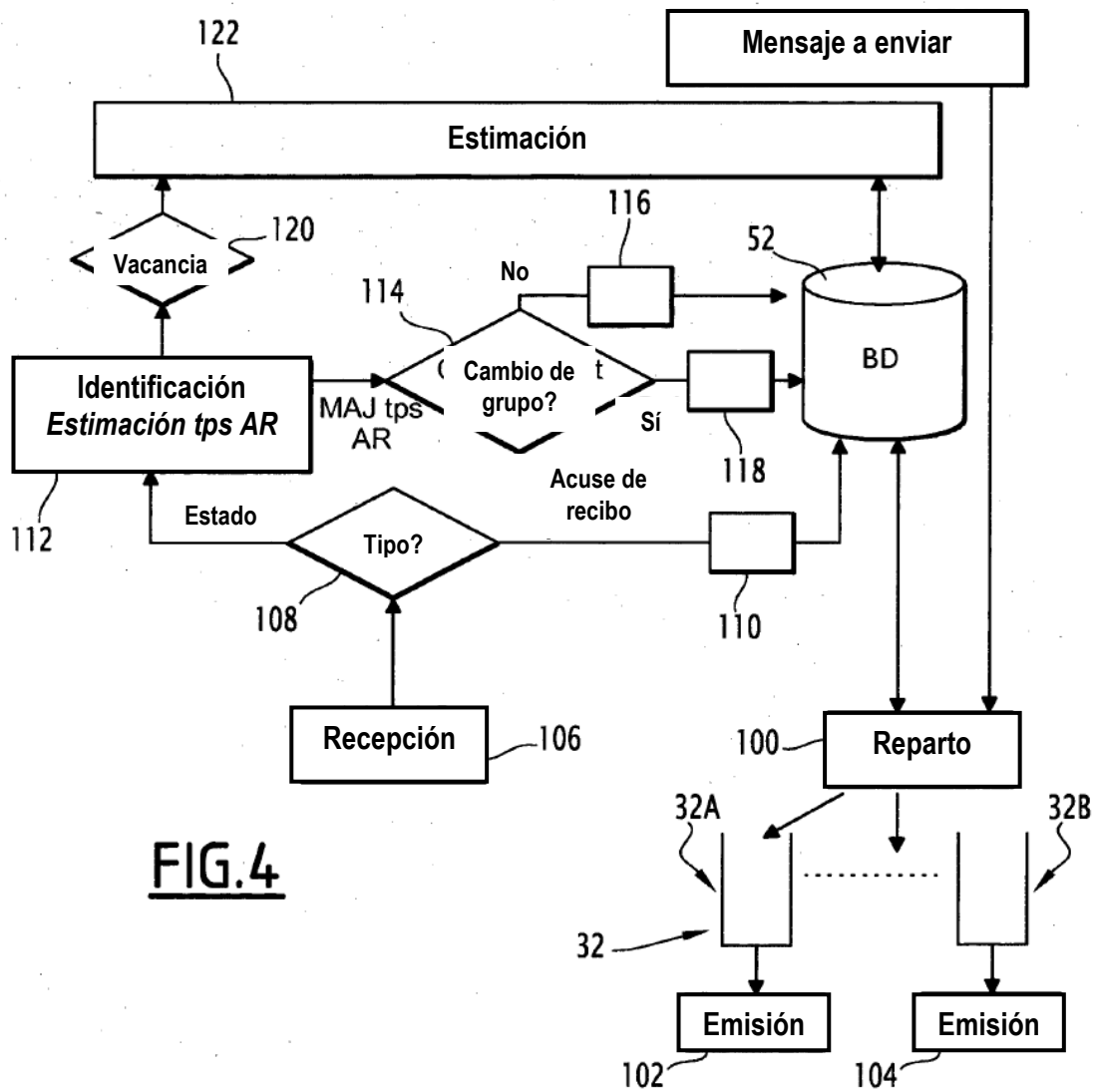


FIG. 4