

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 832**

51 Int. Cl.:

H04W 40/30 (2009.01)

H04L 12/707 (2013.01)

H04W 40/34 (2009.01)

H04L 12/26 (2006.01)

H04W 84/18 (2009.01)

H04L 12/703 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2014 E 14199028 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2887743**

54 Título: **Procedimiento de comunicación en una red inalámbrica de telecomunicaciones, programa de ordenador y nodo inalámbrico de comunicación asociados**

30 Prioridad:

18.12.2013 FR 1302991

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

18.05.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DELATTRE, MICHEL y
BOUYSSOUNOUSE, GUY**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 612 832 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 comunicación en una red inalámbrica de telecomunicaciones, programa de ordenador y nodo inalámbrico de comunicación asociados.

5

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de comunicación en una red inalámbrica de telecomunicaciones que incluye nodos inalámbricos de telecomunicación.

[0002] La presente invención se aplica concretamente a las redes de telecomunicación, en concreto, a las 10 malladas, que contienen enlaces de comunicación por radio y que presentan características heterogéneas (ejemplo: UHF, VHF), y/o intermitentes.

[0003] Las redes de topología mallada («mesh» en inglés), son redes cuyas estaciones emisoras/receptoras, también llamadas nodos de comunicación, están conectadas una a la otra sin jerarquía central, formando así una 15 estructura en forma de malla. Así cada nodo se adapta para recibir, enviar y retransmitir datos.

[0004] Las redes tradicionales, por ejemplo de arquitectura IP («Internet Protocol»), necesitan que exista un camino estable en ambos extremos entre un nodo origen y nodo destino, con ancho de banda suficiente. Sin embargo, a veces es muy difícil que se den estas condiciones, habida cuenta de los problemas de conexión que 20 ocurren a veces entre los satélites y la tierra, o incluso entre los medios terrestres que se pueden desplegar rápidamente, del número de nodos y eventualmente de su carácter móvil. Los paquetes que no pueden ser retransmitidos desde un nodo hacia un nodo vecino a causa de una conexión fallida entre los dos nodos son destruidos.

[0005] La arquitectura DTN (en inglés «Delay Tolerant Networking»), reglada por la entidad «Internet Engineering Task Force» (IETF) en el documento RFC 4838 que se basa en la arquitectura IP está adaptada a las 25 redes que tienen conexiones intermitentes. En las redes DTN, los datos pueden hacer paradas en los nodos intermedios, esperando en caso de conexión hacia el siguiente nodo temporalmente indisponible (por ejemplo, por razones relacionadas con la meteorología o con la asignación horaria de los recursos, etc.) que esta conexión esté 30 disponible de nuevo para el servicio. Esta arquitectura necesita usar recursos de radio adicionales para la transmisión de información de señalización y de encapsulamiento.

[0006] Además, se conoce el título de la patente portuguesa PT104538B o el documento de JONES E P C ET AL: «Practical Routing in Delay-Tolerant Networks», IEEE TRANSACTIONS ON MOBILE COMPUTING, IEEE 35 SERVICE CENTER, LOS ALAMITOS, CA, US, que empareja mecanismos DTN con procedimientos de gestión de enlaces de radio.

[0007] Existe una necesidad de permitir que los nodos transmitan datos entre un nodo origen y un nodo destino, utilizando un volumen mínimo de recursos de comunicación, reaccionando a las fluctuaciones rápidas de 40 conectividad como las apariciones, desapariciones, cambios de características, de enlaces entre los nodos, en concreto las que son demasiado rápidas como para ser tenidas en cuenta por la función de encaminamiento distribuida de los nodos, que necesita por construcción un tiempo de convergencia.

[0008] A estos efectos, según un primer aspecto, la invención propone un procedimiento de comunicación en 45 una red inalámbrica de telecomunicaciones que consta de nodos inalámbricos de telecomunicación, y dicho procedimiento se compone, en el momento de la transmisión de un bloque de datos desde un nodo origen a un nodo destino, de las siguientes etapas realizadas por un nodo, dicho nodo contiene una tabla de encaminamiento en una memoria del nodo y dicho nodo es el nodo origen o un nodo intermedio que recibe y transmite al menos ciertos segmentos de dicho bloque:

50

- el nodo, habiendo almacenado un conjunto de segmentos de dicho bloque de datos, selecciona, en función de al menos un contenido de su tabla de encaminamiento en correspondencia con dicho nodo destino y/o en función de los estados de los enlaces de telecomunicación inalámbrica entre dicho nodo y sus nodos vecinos, un primer nodo vecino entre los nodos vecinos del nodo, determina un tamaño de segmento apropiado para una transferencia hacia 55 el primer nodo vecino, reformatea al menos un segmento del conjunto de segmento/s según el tamaño de segmento determinado y transmite al menos dicho segmento reformateado a dicho primer nodo vecino determinado;

dicho procedimiento se caracteriza porque el nodo detecta un modificación de dicha tabla de encaminamiento y/o una modificación de un estado de los enlaces inalámbricos de telecomunicación entre dicho nodo y sus nodos

vecinos, y tras dicha detección, efectúa una selección de un segundo nodo vecino, para la transmisión en el primer nodo vecino de dicho conjunto de segmentos almacenado antes de dicha detección, determina un tamaño de segmento apropiado para una transferencia hacia el segundo nodo vecino determinado, reformatea al menos un segmento del conjunto de segmento/s que no hayan sido transmitidos aún al primer nodo vecino según el tamaño de segmento determinado para la transferencia hacia el segundo nodo vecino y transmite a dicho segundo nodo vecino al menos un segmento reformateado de dicho conjunto de segmentos.

[0009] El procedimiento de comunicación según la invención presenta una o varias de las siguientes características:

10

- el nodo recibe mensajes del primer nodo vecino confirmando la recepción por parte de dicho primer nodo de algunos de dichos segmentos transmitidos y no transmite al segundo nodo vecino dichos segmentos cuya recepción ha sido confirmada por el primer nodo vecino;

15

- cuando el nodo no recibe ningún mensaje de dicho primer nodo confirmando la correcta recepción de un segmento transmitido al primer nodo vecino, el nodo transmite, tras dicha detección, al segundo nodo vecino dicho segmento reformateado según el tamaño determinado del segmento para transmitirlo al segundo nodo vecino;

20

- el tamaño apropiado de segmento para una transmisión hacia un nodo vecino se determina en función de al menos un parámetro entre un índice de errores sobre el enlace inalámbrico de telecomunicación entre dicho nodo y el nodo vecino, un retraso de transmisión en este enlace y el mantenimiento del recurso disponible para otro vecino en dicho enlace;

25

- el procedimiento se compone de las siguientes etapas para cada nodo utilizado para la transmisión de dicho bloque desde el nodo origen hasta el nodo destino:

cada nodo, tras la recepción de segmentos de dicho bloque de datos, memoriza, en una memoria del nodo, dichos segmentos recibidos en correspondencia con la referencia única;

30

cuando un nodo retransmite al menos los segmentos recibidos del bloque a un nodo vecino y ningún segmento de dicho bloque se ha intercambiado todavía entre dicho nodo y el nodo vecino, dicho nodo transmite dichos segmentos del bloque y la referencia única asociada al bloque;

y según el cual tras la recepción por dicho nodo de dicha referencia única del bloque transmitida por un nodo vecino con el que el nodo aún no ha iniciado ningún intercambio de segmentos del bloque, el nodo señala a dicho nodo vecino los segmentos del bloque que ya han sido memorizados en la memoria del nodo;

35

- el nodo mantiene en su memoria, en correspondencia con la referencia única del bloque:

- la lista de nodos vecinos a los que ha retransmitido segmentos del bloque y memoriza en correspondencia con cada uno de dichos nodos vecinos, los segmentos del bloque que les ha enviado; y/o

40

- la lista de nodos vecinos que le han retransmitido segmentos del bloque y memoriza en correspondencia con cada uno de dichos nodos vecinos, los segmentos del bloque que ha recibido de dicho nodo vecino;

- el nodo indica además en su memoria, en correspondencia con dichos segmentos del bloque retransmitidos a cada nodo vecino de la lista, si dicho nodo ha recibido acuses de recibo de dichos segmentos del bloque enviados por dicho nodo vecino;

45

- los segmentos del bloque de datos se quedan memorizados en la memoria del nodo hasta que dicho nodo reciba un mensaje que confirme la correcta recepción de dichos segmentos por un nodo situado a N saltos en la ruta hacia ese nodo destinatario; N es fijo y superior o igual a 2;

50

- el nodo, después de haber recibido los segmentos de un bloque de datos enviados a varios nodos destino, utiliza las capacidades de difusión de un enlace con sus vecinos para no implicar a los segmentos que se van a transmitir;

- cuando previamente se ha producido un intercambio de segmentos del bloque entre dicho nodo y un nodo vecino, se intercambian segmentos adicionales del bloque entre ellos sin transmitir la referencia única asociada a dicho bloque y transmitiendo con dichos segmentos adicionales del bloque una referencia local del bloque en el salto entre dichos nodos y el nodo vecino, y se memoriza la correspondencia entre la referencia única y la referencia local en la memoria del nodo;

55

- al menos algunos de los segmentos de un bloque recibidos por dicho nodo contienen una cabecera que indica la dirección del nodo vecino, pero no contienen una cabecera que indique una dirección de nodo destino,

dicho nodo, tras la recepción de segmentos de dicho bloque, identifica el nodo de destino utilizado para seleccionar un nodo vecino al que transferir dichos segmentos, y cada nodo, extrae de su memoria la dirección de un nodo destino previamente memorizado en correspondencia con la referencia única del bloque.

[0010] Según un segundo aspecto, la presente invención propone un programa de ordenador para instalarlo en un nodo de una red mallada inalámbrica de telecomunicación, dicho programa contiene instrucciones para poner en marcha las etapas de un procedimiento según el primer aspecto de la invención cuando se ejecute el programa por los medios de procesado del nodo.

[0011] Según un tercer aspecto, la presente invención propone una estación emisora/receptora de datos, adaptada para constituir un nodo de una red mallada inalámbrica de telecomunicación, que contenga medios de emisión y recepción inalámbrica, una memoria que contenga una tabla de encaminamiento y en la que dicha estación está adaptada para almacenar un conjunto de segmentos de un bloque de datos que transmitir a un nodo de destino y para seleccionar, en función de al menos un contenido de su tabla de encaminamiento en correspondencia con dicho nodo destinatario y/o en función de los estados de los enlaces inalámbricos de telecomunicación entre la estación y sus nodos vecinos, un primer nodo vecino entre los nodos vecinos de la estación, para determinar un tamaño apropiado de segmento para una transferencia hacia el primer nodo vecino seleccionado, para reformatear al menos un segmento del conjunto de segmento/s según el tamaño determinado de segmento y para transmitir al menos dicho segmento reformateado a dicho primer nodo vecino determinado a través de los medios de emisión y recepción inalámbrica; dicha estación se caracteriza porque está adaptada para detectar una modificación de dicha tabla de encaminamiento y/o una modificación de un estado de los enlaces inalámbricos de telecomunicación entre dicha estación y sus nodos vecinos, y tras dicha detección, efectuar una selección de un segundo nodo vecino, detener la transmisión en el primer nodo vecino de dicho conjunto de segmentos almacenado antes de dicha detección, para determinar un tamaño de segmento apropiado para una transferencia hacia el segundo nodo vecino determinado, reformatear al menos un segmento del conjunto de segmento/s que no hayan sido transmitidos aún al primer nodo vecino de conformidad con el tamaño de segmento determinado para la transferencia hacia el segundo nodo vecino y para transmitir a dicho segundo nodo vecino al menos un segmento reformateado de dicho conjunto de segmentos a través de dichos medios inalámbricos de emisión y recepción.

[0012] Las características y ventajas de la invención aparecerán con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a modo de ejemplo y que hace referencia a los dibujos en los que:

- la figura 1 representa un nodo radio según un modo de realización de la invención;
- la figura 2 representa una red de radiocomunicación según un modo de realización de la invención;
- la figura 3 representa una red de radiocomunicación según un modo de realización de la invención;
- la figura 4 representa una red de radiocomunicación según un modo de realización de la invención;
- la figura 5 representa una red de radiocomunicación según un modo de realización de la invención;
- la figura 6 representa una red de radiocomunicación según un modo de realización de la invención;
- la figura 7 representa un nodo radio según un modo de realización de la invención;
- la figura 8 representa un organigrama de las etapas seguidas según un modo de realización de la invención.

[0013] Un bloque de datos consta de una cabecera de bloque que indica, en concreto, las direcciones de cada nodo destino final del bloque, seguida de los datos útiles que entregar a cada nodo destino final. Tras la segmentación del bloque que se describirá más adelante, la cabecera se encuentra en un segmento único del bloque (o se divide en varios segmentos si su tamaño es mayor que un segmento), y los datos útiles también se dividen en segmento/s que no contienen direcciones de destinos finales.

[0014] Cada segmento o grupo de segmentos de datos transmitidos por un nodo de radiocomunicación contiene además una cabecera que indica la dirección del o de los nodos intermedios de dicho nodo hacia los que este último ha decidido encaminarlo.

[0015] Un fragmento de bloque es el resultado de un reensamblado por un nodo intermediario de una serie de segmentos de bloque que tengan la misma referencia local de bloque, que es local para el nodo intermedio y para su o sus nodo/s vecino/s. Un fragmento de bloque contiene la cabecera del bloque, pero no contiene la totalidad de los datos útiles del bloque.

[0016] En la figura 1 se representa una vista de una estación 100 de emisión/recepción por radiofrecuencia, adaptada para formar un nodo de radiocomunicación de una red mallada según un modo de realización de la invención.

5 **[0017]** Esta estación 100 contiene uno o varios módulos de emisión y de recepción de radiofrecuencia 101, una memoria 102 y un microprocesador 103.

[0018] Dicho módulo de emisión y de recepción de radiofrecuencia 101 está adaptado para permitir la emisión por radiofrecuencia (por ejemplo UHF y/o VHF), la recepción por radiofrecuencia y el procesado de datos transmitidos por una red mallada 1, no representada en la figura 1, según un protocolo de transmisión dado, por ejemplo, IEEE 802.16j. Consta además de una función de gestión de los enlaces radio que permiten que un nodo detecte sus nodos vecinos (es decir, los nodos que se encuentran en su zona de cobertura de radio), y conocer el estado de los enlaces de radio entre ese nodo y cada uno de sus nodos vecinos, así como el estado de los enlaces radio entre esos nodos vecinos y sus nodos vecinos respectivos, a través de la información comunicada entre el nodo 100 y sus nodos vecinos. Este estado de los enlaces de radio se memoriza y actualiza en una sección «contexto radio» de la memoria 102, que corresponde a los estados de la capa de Enlace, clásicamente denominada L2.

[0019] La memoria 102 está adaptada además para almacenar una tabla de encaminamiento dinámica actualizada por la red mallada 1.

[0020] Según un modo de realización, el nodo 100 realiza parte o la totalidad de las operaciones indicadas más adelante, tras la ejecución en el microprocesador 103 de instrucciones lógicas almacenadas en la memoria 102.

25 **[0021]** Además, el nodo 100 está adaptado para recibir un bloque de datos como nodo origen y transmitirlo a uno o varios nodo/s destinatario/s final/es a través de los nodos intermedios de la red mallada 1.

[0022] Se proporciona el bloque de datos al nodo 100 como nodo origen, por ejemplo, a través de una aplicación de una computadora que acceda a la red mallada 1 a través del nodo 100.

30

[0023] Cuando el nodo 100 recibe un bloque de datos de este tipo, se adapta para atribuirle una referencia única de bloque, usada para identificar el bloque de forma única en la red mallada 1, y para segmentar el bloque en segmentos de bloque cuyo tamaño se adapta a las transmisiones de los enlaces de radio.

35 **[0024]** Como se detallará más adelante, esta referencia única se utilizará para identificar el bloque o los segmentos del bloque por cada nodo de la red 1 utilizado para encaminar el bloque o los fragmentos o segmentos del bloque. El nodo 100 está adaptado para memorizar, en una sección de su memoria 102 denominada «contexto de bloque», en correspondencia con la referencia única de bloque asociada, los segmentos de bloques, así como la dirección de cada destino final, y los estados de transmisión de los segmentos para cada una de estas direcciones, por ejemplo a n saltos, como se detalla más adelante.

[0025] Además, cuando el nodo 100 transmite, en calidad de nodo origen o nodo intermedio, un bloque de datos o de segmentos de un bloque de datos a un nodo vecino con el que todavía no ha intercambiado este bloque o segmentos de este bloque, el nodo 100 se adapta además para transmitir con este bloque o los segmentos (por ejemplo en la cabecera del primer segmento transmitido) la referencia única del bloque tal y como está asociada al bloque en el contexto de bloque almacenado en la memoria 102, con el identificador del nodo 100 añadido a la cadena de los identificadores de los nodos que han transmitido dicho segmento hasta el nodo 100. Además, el nodo 100 se adapta para transmitir, por ejemplo, una sola vez a ese nodo vecino, la dirección de cada uno de los destinos finales del bloque que se prevé alcanzar desde dicho nodo vecino asociado con la referencia única del bloque, entonces dicho nodo vecino memoriza las direcciones de los destinos finales en su contexto de bloque correspondiente a esta referencia única de bloque. Así, las direcciones de los destinos finales del bloque no se transmiten en modo alguno con cada segmento del bloque.

[0026] Además, el nodo 100 está adaptado para indicar, en el contexto de bloque relativo al bloque memorizado en su memoria 102, el identificador del nodo vecino en correspondencia con el identificador de los segmentos del bloque enviados a dicho nodo vecino y la hora y fecha de envío, así como la cadena de los identificadores de nodos que han retransmitido esos segmentos. El nodo 100 está adaptado para informar posteriormente en el contexto de bloque asociado a dicho bloque y memorizado en su memoria 102, cuáles son los segmentos para los que el nodo 100 ha recibido de parte del nodo vecino un acuse de recibo del segmento.

- [0027]** Del mismo modo, el nodo 100 está adaptado para, cuando recibe un bloque de datos o segmento de un bloque de datos que le son transmitidos por un nodo vecino del que todavía no ha recibido este bloque o segmentos de este bloque, acompañado/s por la referencia única asociada a este bloque y a direcciones de los 5 destinos finales del bloque, memorizar, en una sección «contexto de bloque» de su memoria 102, el bloque o los segmentos de bloques recibidos en correspondencia con la referencia única de bloque recibida y las direcciones de los destinos finales, indicando además el identificador del nodo vecino que le haya enviado el bloque o los segmentos de bloques y la hora y fecha de recepción.
- 10 **[0028]** Así, esta referencia única es compartida por todos los nodos que participan en la transmisión de bloque en la red, al contrario que las referencias locales de bloque que identifican un bloque y/o sus segmentos a nivel de un salto, es decir, de un enlace entre dos nodos vecinos.
- 15 **[0029]** Del mismo modo, el nodo 100 está adaptado para, cuando recibe segmentos de un bloque de datos que le son transmitidos por un nodo vecino del que ya ha recibido segmentos del bloque, memorizar en el contexto de bloque correspondiente a la referencia única de bloque, los segmentos de bloques recibidos, indicando además para esos segmentos el identificador del nodo vecino del que provienen y la hora y fecha de recepción. Cabe destacar que cuando no se trata de la primera transmisión de segmentos de un bloque entre estos dos nodos, no es necesario transmitir de nuevo la referencia única, porque la correspondencia con la referencia única memorizada en 20 el contexto de bloque puede hacerse a través de una referencia del bloque, transmitida con los segmentos entre los dos nodos, y local en el salto entre los dos nodos.
- 25 **[0030]** El nodo 100 está adaptado para mantener y actualizar el contexto de bloque relativo a cada bloque asociado a una referencia única de bloque hasta que se cumpla una condición de borrado como mínimo.
- 30 **[0031]** Las condiciones de borrado de un contexto de bloque se componen al menos de una condición dependiente de la buena progresión del bloque después del nodo 100.
- [0032]** Por ejemplo, el borrado del contexto del bloque se autoriza en la memoria del nodo 100 si recibe un 30 acuse de recibo del bloque -que indique la referencia única de bloque-, de parte del nodo destino o de un nodo situado a n saltos (por ejemplo, habiendo fijado n previamente en un número entero superior o igual a 2) después del nodo en cuestión en la ruta hacia el nodo destino.
- 35 **[0033]** Cuando el bloque tiene varios nodos destinatarios, se autoriza el borrado del contexto del bloque cuando se recibe la totalidad de acuses de recibo de todos los nodos destinatarios (o de los nodos respectivos situados a n saltos del nodo 100 en la ruta hacia los nodos destino).
- 40 **[0034]** La cadena de los identificadores de los nodos anteriores situada en la cabecera del segmento transmitido que también contiene la referencia única es la que permite informar así de la buena progresión del bloque a los nodos posteriores.
- 45 **[0035]** Según un modo de realización, el borrado del contexto de un bloque en el nodo 100 depende de la recepción por el nodo 100 de información que contenga la referencia única del bloque (y no una referencia del bloque local a un enlace entre dos nodos) e indique una cooperación, en cuanto a la transmisión de los segmentos del bloque entre los nodos posteriores al nodo 100 en la ruta hacia un nodo destino final. Algunos de estos nodos que cooperan han transmitido segmentos que algunos otros de estos nodos no han transmitido, sin embargo, la totalidad de los segmentos transmitidos, en combinación, ha permitido encontrar la totalidad del bloque en uno de los nodos cooperador que puede activar un borrado en los nodos cooperadores anteriores. Por ello, el borrado está 50 condicionado a la reconstitución de un bloque completo por un nodo: nos encontramos entonces en un estado similar al estado inicial en el que un nodo posee el bloque completo, pero en este caso el nodo está situado aún más lejos del nodo origen.
- 55 **[0036]** Según un modo de realización, el borrado del contexto del bloque en la memoria del nodo 100 está autorizado si transcurre un tiempo máximo predefinido. Un bloque que se encamine demasiado despacio puede contener datos caducados y por tanto es preferible destruirlo, sobre todo si el bloque contiene una fecha de caducidad. El borrado del contexto del bloque viene acompañado por la liberación de los segmentos memorizados.
- [0037]** Así, según la invención, un bloque o al menos un mismo segmento de un bloque de datos es memorizado en varios nodos sucesivos de una ruta seguida por un bloque de datos.

- [0038]** Según un modo de realización, el nodo 100 está adaptado para, cuando debe transmitir (como nodo origen) o reenviar (como nodo intermedio) uno o varios segmentos de un bloque dirigido a un destino final, determinar durante el procesamiento del primer segmento de una sucesión de segmentos de un bloque, entre sus nodos 5 vecinos, el nodo vecino (nodo vecino n.º 1) al que debe transmitir esta serie de segmentos, en función del contenido asociado al destino final en la tabla de encaminamiento del nodo 100 en el momento de dicha determinación, y, en su caso, en función del estado de los enlaces de radio indicado en el contexto de radio memorizado en su memoria 102 en el momento de dicha determinación. El nodo 100 está adaptado para transmitir a este nodo vecino determinado durante dicha decisión de encaminamiento este primer segmento del bloque, así como los siguientes 10 segmentos del bloque, mientras que no haya modificaciones de la tabla de encaminamiento o de los estados de enlace. El nodo 100 aplica a estos segmentos, en su caso, un reformateado previo a la transmisión, como se explica más adelante, de forma que el tamaño de los segmentos transmitidos por el nodo 100 hacia el nodo vecino n.º 1 sea óptimo.
- 15 **[0039]** Además, el nodo 100 está adaptado para detectar una modificación de la tabla de encaminamiento o de los estados de enlace y, tras dicha detección, efectuar, en función de la tabla de encaminamiento o de los estados de enlace así modificados, una nueva determinación del nodo vecino (nodo vecino n.º 2), para detener la transmisión de segmentos del bloque hacia el nodo vecino n.º 1 y para transmitir el siguiente segmento que haya que procesar al nodo vecino que se haya determinado de nuevo tras esta nueva decisión de encaminamiento.
- 20 **[0040]** La nueva decisión de encaminamiento se aplica en concreto a los segmentos que han sido recibidos por el nodo 100 antes de la nueva decisión de encaminamiento y que aún no han sido transmitidos por el nodo 100 al nodo vecino n.º 1 (o según un modo de realización, que han sido transmitidos, pero sobre los que el nodo 100 aún no ha recibido un acuse de recibo que indique que el nodo vecino n.º 1 los ha recibido correctamente). El nodo 100 25 aplica, en su caso, a los segmentos transmitidos al nodo vecino n.º 2 un reformateado, como se explica más adelante, de forma que el tamaño de los segmentos transmitidos por el nodo 100 hacia el nodo vecino n.º 2 sea óptimo.
- 30 **[0041]** Así, el nodo 100 puede aplicar una decisión de encaminamiento a los segmentos, incluso a los segmentos que solo contengan datos útiles y que no contengan cabecera con dirección/es de destino final; en ese caso se aplica en base a las direcciones de los destinos finales memorizadas en el contexto del bloque en correspondencia con la referencia única del bloque al que pertenece el segmento.
- 35 **[0042]** Además, el nodo 100 está adaptado, tras una decisión de encaminamiento hacia un nodo vecino, y en función de la información del contexto de radio (estados de la capa L2) que califica el enlace entre el nodo 100 y dicho nodo vecino, para transmitir una serie de segmentos de bloque en grupos de segmentos de forma que optimice la transmisión, o para transmitir una serie de segmentos de bloque en forma de una serie de segmentos más pequeños, para optimizar la transmisión.
- 40 **[0043]** Esta operación de reformateado de los segmentos transmitidos, que incluye una fragmentación o un reensamblado de los segmentos recibidos, la realiza el nodo 100 para conseguir que el tamaño de los segmentos transmitidos tenga un tamaño óptimo, es decir, apropiado para una transferencia óptima hacia el nodo vecino determinado.
- 45 **[0044]** Este tamaño óptimo viene determinado, por ejemplo, en función de un índice de errores y/o de un retraso de transmisión sobre el enlace entre el nodo 100 y el nodo vecino y/o en función de la directividad de dicho enlace. Así pues son los estados de transmisión sobre los enlaces entre nodos vecinos los que controlan la transmisión del bloque en un grupo de segmentos o en segmentos más pequeños, en tiempo real.
- 50 **[0045]** El índice de errores conduce a mecanismos de detección y de corrección. Si la corrección se hace por repetición activada por ausencia de confirmación, un retraso de transmisión importante conllevará una corrección tardía, y por tanto, degradará la eficacia ocupando recursos radio con transmisiones inexplorables. Por último, la directividad evalúa en qué medida una transmisión del nodo a un vecino ocupa el recurso utilizable para otros nodos vecinos del nodo 100.
- 55 **[0046]** El nodo está adaptado para memorizar en el contexto de bloque en su memoria 102 correspondiente a la referencia única del bloque considerado, las operaciones de fragmentación/reensamblado en grupo de tamaño adaptadas a las características de los enlaces de radio así realizados para una serie de segmentos del bloque.

- [0047]** Según un modo de realización, los intercambios entre el nodo 100 y el nodo vecino al que los segmentos de un bloque asociado a una referencia única se van a transmitir permiten al nodo 100 informar al nodo vecino de su intención de transmitirle segmentos del bloque indicando la referencia única del bloque. Entonces, el nodo vecino puede informar al nodo 100 de los segmentos que almacena en su contexto de bloque asociado a la referencia única. Así, solo los segmentos que todavía no hayan sido recibidos por el nodo vecino (o en su caso por otros nodos diferentes al nodo 100) serán efectivamente retransmitidos por el nodo 100 al nodo vecino.
- [0048]** En la técnica anterior, en un nodo, la decisión de encaminamiento se tomaba en relación con un segmento A (que en la técnica anterior indicaba las direcciones de los destinos finales) recibido por el nodo, y después el segmento recibido era fragmentado, por ejemplo, por el nodo en varios segmentos A_1, \dots, A_n , y cada uno de dichos segmentos A_1, \dots , era transmitido por el nodo según la decisión de encaminamiento tomada por el segmento A.
- [0049]** Como se indica más arriba, según un modo de realización de la invención, la decisión de encaminamiento se puede evaluar al contrario, teniendo en cuenta cada segmento A_i , $i = 1, \dots, n$, derivado de una operación de segmentación realizada en el nodo: esto permite que los destinos de retransmisión se actualicen mucho más rápidamente en un nodo, sin tener que esperar al final de la transmisión del segmento A evitando así ocupaciones inútiles de los enlaces de radio.
- [0050]** Además, como las direcciones de los destinos finales no se transmiten con cada segmento del bloque, sino que son memorizadas en el contexto del bloque en los nodos intermedios, el volumen de información que hay que transmitir entre los nodos se reduce netamente.
- [0051]** El contexto de un bloque en un nodo memoriza así la referencia única del bloque, las direcciones de los destinos finales, los segmentos del bloque recibidos y enviados por el nodo y para cada segmento recibido (respectivamente enviado), los identificadores de los nodos vecinos que han transmitido al nodo dicho segmento, así como las fechas y horas de recepción correspondientes (respectivamente los identificadores de los nodos vecinos a los que el nodo ha transmitido el segmento, así como las fechas y horas de envío correspondientes).
- [0052]** En la figura 2, la red 1 presenta una configuración en la que un nodo 50 y un nodo 51 están conectados por un salto de radio 53, mientras que el nodo 51 y el nodo 52 y están a su vez conectados por un salto de radio 54.
- [0053]** Los nodos 50, 51 y 52 son similares al nodo 100 presentado más arriba en referencia a la figura 1.
- [0054]** Cada uno de estos nodos, respectivamente 50, 51 y 52, contienen una memoria, respectivamente M_{50} , M_{51} , M_{52} , similares a la memoria 102 representada en la figura 1.
- [0055]** Un equipamiento 2, por ejemplo, un ordenador, llamado aquí fuente de información 2 está conectado, por ejemplo, por un enlace por cable 4 al nodo 50 que le da acceso a la red 1.
- [0056]** Un equipamiento 3, por ejemplo, un ordenador, llamado aquí destinatario de información 3 está conectado, por ejemplo, por un enlace por cable 4 al nodo 52 que le da acceso a la red 1.
- [0057]** La fuente de información 2 requiere la transmisión de un bloque de datos 56 al destinatario de la información 3. El bloque de datos 56 viene proporcionado por la fuente de información 2 al nodo 50. Una referencia de bloque, única en el ámbito del encaminamiento asociado a la red 1, se asocia al bloque 56 a través del nodo 50.
- [0058]** El bloque 56 está fragmentado por el nodo 50 en una variedad de segmentos.
- [0059]** Los segmentos, el identificador del destinatario, el identificador del nodo vecino 51 y la fecha y la hora son memorizados en un contexto de bloque asociado a la referencia única del bloque 56 en la memoria M_{50} .
- [0060]** El primer segmento contiene la referencia única del bloque.
- [0061]** El nodo 50 determina, en función de su tabla de encaminamiento, que el nodo vecino al que conviene enviar el bloque de datos para el destinatario 3 es el nodo 51. El nodo 50 transmite entonces los segmentos al nodo vecino 51, que a su vez, memoriza dichos segmentos en un contexto de bloque asociado a la referencia única recibida en el primer segmento 57 con el resto de información del contexto de bloque.

- 5 **[0062]** El nodo 51, habiendo reensamblado correctamente el principio de un bloque en proporciones suficientes (según un criterio fijado y modulable; aquí por ejemplo, la recepción de los dos primeros segmentos 57, 58), transmite a su vez los segmentos recibidos del bloque 56.
- 10 **[0063]** Al igual que el nodo 51, el nodo 52 inicializa e informa sobre el contexto del bloque asociado al bloque 56.
- [0064]** El nodo 52, una vez que ha recibido la totalidad del bloque 56, lo reenvía al destinatario 3, y luego libera la zona de la memoria M_{52} en la que el contexto de bloque asociado al bloque 56 estaba almacenado.
- 15 **[0065]** Una vez que el nodo 51 ha recibido el acuse de recibo del último segmento del bloque 56 recibido por el nodo 51, el nodo 51 libera igualmente el recurso de memoria en su memoria M_{51} , en la que el contexto de bloque asociado al bloque 56 estaba almacenado.
- 20 **[0066]** El encaminamiento del bloque 56 al nodo 50 es señalado igualmente en el nodo 50, identificado gracias a la cadena de identificadores almacenada en el contexto del bloque 56 de los nodos, que también libera el recurso memoria en su memoria M_{50} de almacenamiento del contexto del 56. Si el nodo 52 tuviera un enlace de transmisión de 52 a 50, dicha señal se le podría enviar directamente sin pasar por el nodo 51.
- 25 **[0067]** Como se ha ilustrado más arriba, la referencia única de un bloque se utiliza para inicializar un contexto de bloque en un nodo en la ruta entre un origen y un destino. Si un nodo posterior recibe segmentos asociados a la misma referencia, provenientes de varios nodos anteriores de sus cercanías radio, y/o de un mismo nodo a través de varios enlaces radio (eventualmente entre el nodo posterior y un mismo nodo anterior vecino), el nodo posterior reensambla los segmentos y confirma la correcta recepción a partir de la información memorizada en el contexto asociado a esta referencia única en la memoria del nodo posterior. Por ejemplo, informa a cada nodo vecino anterior sobre la correcta recepción de los segmentos enviados por dicho nodo vecino anterior.
- 30 **[0068]** Los caminos tomados por los segmentos forman un árbol cuya raíz es el nodo que ha memorizado el bloque en su totalidad y cuyas ramas acaban por unirse al menos en el nodo destino. Según un modo de realización, si un nodo posterior ya ha recibido segmentos cuya lista de nodos anteriores contiene el nodo N y recibe segmentos complementarios de un nodo vecino anterior que indique que dichos segmentos también provienen de un nodo N, el nodo posterior puede avisar directamente al nodo N.
- 35 **[0069]** A continuación se van a destacar ciertas ventajas de la invención en la red mallada 1 en referencia a las figuras. Los nodos representados en las diferentes figuras son similares al nodo 100 de la figura 1. Solo las operaciones que realizan de conformidad con la invención y que se han indicado anteriormente se explicitan a continuación.
- 40 **[0070]** En referencia a la figura 3, de la misma manera que en la figura 2, una fuente 2 conectada a la red mallada 1 por un nodo 10 proporciona un bloque de datos al nodo 10 (etapa 5) y requiere su transmisión al destinatario 3 que accede a la red 1 por el nodo 11.
- 45 **[0071]** En ese momento, el nodo 10 tiene por nodo vecino al nodo 13 a través de un enlace radio 17 y el nodo 12 a través de un enlace 15. El nodo 11 tiene por nodo vecino al nodo 13 a través de un enlace radio 18 y el nodo 12 a través de un enlace 16.
- 50 **[0072]** El nodo 10 toma la decisión de enrutar los segmentos del bloque con ayuda de su tabla de encaminamiento, hacia el nodo 12 y por tanto empieza a transmitir los segmentos hacia el nodo 12 (etapa 6). Una vez que el nodo 12 ha memorizado los primeros segmentos del bloque, estos no pueden transmitirse al nodo 11, a causa de una degradación o un corte del enlace 16 detectado por la función de gestión de enlaces de radio del nodo 12. El nodo 12 envía al nodo 10 un mensaje señalando (etapa 7) la pérdida de ruta para el bloque, indicando la referencia única del bloque. La memorización del bloque en el contexto del nodo 10 va a permitir el encaminamiento del bloque (etapa 8) hacia el enlace 13, a través del enlace 17, en cuanto estos intercambios directos entre las
- 55 funciones de gestión de enlaces radio de los nodos 10 y 12 hayan señalado la pérdida de ruta.
- [0073]** Por tanto, los estados de transmisión sobre los enlaces entre nodos vecinos son los que controlan el re-encaminamiento de los segmentos, en tiempo real.

[0074] En una red DTN de la técnica anterior, el bloque habría sido transmitido de forma fiable (es decir, usando la confirmación) entre los dos nodos 10, 12 y la degradación de la ruta habría provocado una marcha atrás del bloque del nodo 12 hacia el nodo 10, y por tanto una reemisión del bloque en el enlace 15.

5 **[0075]** En una red IP de la técnica anterior, sin usar el DTN, el nodo 10 habría transmitido sus paquetes hacia el nodo 12, y a falta de acuse de recibo por parte del destinatario, el nodo 12 habría retransmitido los paquetes hasta actualización en la red 1 de la tabla de encaminamiento del nodo 10 tomando en cuenta la degradación del enlace 16.

10 **[0076]** Este caso representado en la figura 3 ilustra así la eficacia de la invención durante los estados transitorios de un encaminamiento proactivo.

[0077] La invención permite así reducir el consumo de recursos radio debido a las retransmisiones ineficaces y a los tiempos de envío adicionales observados en la técnica anterior: el tiempo transcurrido para un bloque de 15 datos y el consumo de recursos radio se minimizan, en concreto durante las fluctuaciones de topología de la red.

[0078] En el caso representado en la figura 4, una fuente 2 conectada a la red mallada 1 por un nodo 20 proporciona un bloque de datos al nodo 20 (etapa 5) y requiere su transmisión al destinatario 3 que accede a la red 1 por el nodo 21.

20 **[0079]** En ese momento, el nodo 20 tiene por nodo vecino al nodo 21 a través de un enlace de radio 23 y el nodo 22 a través de un enlace 24 y también a través del enlace 23. El nodo 21 tiene por nodo vecino, además del nodo 20 y el nodo 22 a través del enlace 23, el nodo 22 a través de un enlace radio 25. El enlace 23 es estable y permite una difusión simultánea de información a los nodos 21 y 22. Los enlaces 24 y 25 son poco estables, pero a 25 veces ofrecen flujos importantes.

[0080] Cuando el nodo 20 toma su decisión de encaminamiento, utiliza el enlace 24 porque sabe cuál es la ruta hacia el nodo 21 a través del 22 con menor coste, según las métricas del protocolo de encaminamiento distribuido. El nodo 20 transmite así (etapa 27) los segmentos del bloque al nodo 22 que memoriza así 30 progresivamente el bloque en su contexto de bloque asociado.

[0081] Una degradación del enlace 25 entre los nodos 22 y 21 obliga al nodo 22 a utilizar en paralelo el enlace 23 y el enlace 25 (etapas 25 y 26) para encaminar hacia el nodo 21 los segmentos del bloque que ha memorizado hasta entonces.

35 **[0082]** En cuanto los intercambios sobre los estados L2 muestran al nodo 20 que el nodo 22 utiliza los enlaces 25 y 23 para alcanzar el nodo 21, el nodo 20 detiene la transmisión en el enlace 24 de los segmentos del bloque que todavía no se han transmitido al nodo 22. Después, el nodo 20 transmite los segmentos restantes en el enlace 23 (etapa 28) enviándolos esta vez al nodo vecino destino 21.

40 **[0083]** Seguidamente el nodo destino reensambla el conjunto de los segmentos recibidos desde los diferentes enlaces y nodos gracias a la referencia única asociada al bloque.

[0084] En una red DTN de la técnica anterior, una vez recibido el bloque por el nodo 22, se fragmentaría en 45 dos sub-bloques. El primer sub-bloque habría seguido la ruta entre los nodos 22 y 21 a través del enlace 25; el segundo sub-bloque habría seguido la ruta entre los nodos 22 y 21 a través del enlace 23.

[0085] En una red IP sin memorización DTN, el nodo 20 habría emitido paquetes a lo largo de la ruta 20-22-21 a través de los enlaces 24, 25 con retransmisiones durante las pérdidas de paquetes debidas a las 50 degradaciones y cambios de ruta.

[0086] La segmentación y el reensamblado progresivos según la invención controlados por los mecanismos de fiabilización entre nodos intermedios vecinos permiten tomar en cuenta las oportunidades de degradación de los enlaces sin esperar una convergencia del protocolo de encaminamiento, y con un tiempo de reactividad reducido. 55 Dichos mecanismos de fiabilización pueden constar de métodos de control de errores con solicitud de repetición (ARQ Automatic Repeat reQuest) y/o métodos de corrección de errores por una codificación (FEC Forward Error Correction).

[0087] Este caso, representado en la figura 4, ilustra así la reactividad, y la ganancia en tiempo de

encaminamiento, que proporciona la invención ante las oportunidades y degradaciones de los enlaces radio.

[0088] En el caso representado en la figura 5, una fuente 2 conectada a la red mallada 1 por un nodo 20 proporciona un bloque de datos al nodo 20 (etapa 35) y requiere su transmisión a los destinatarios 31 y 32 que acceden a la red 1 por el nodo 21 y el nodo 22 respectivamente.

[0089] El nodo 20 tiene por nodo vecino al nodo 21 a través de un enlace de radio 23 y el nodo 22 a través de un enlace 24 y también a través del enlace 23. El nodo 21 tiene por nodo vecino, además del nodo 20 y el nodo 22 a través del enlace 23, el nodo 22 a través de un enlace de radio 25. El enlace 23 es estable. Los enlaces 24 y 25 son poco estables, pero a veces ofrecen flujos importantes.

[0090] El caso representado en la figura 5 ilustra el uso de las capacidades de difusión según la invención. El nodo 20 toma la siguiente decisión de encaminamiento: transmite los segmentos del bloque al nodo 22 por el enlace 24 (etapa 37) y en paralelo los transmite por el enlace 23 a los nodos 22 y 21 (etapa 36). El nodo 22 transmite además al nodo 21 a través del enlace 25 los segmentos del bloque que en ese momento no se han recibido aún por el nodo 21 a causa de un flujo en el enlace 23 bastante inferior que en los enlaces 24 y 25. Esta paralelización de las emisiones alivia la fiabilización.

[0091] En una red DTN de la técnica anterior que utiliza una fiabilización de tipo TCP entre los nodos DTN, la transmisión no podría haberse beneficiado de un encaminamiento multicast en el enlace 23.

[0092] En una red IP de la técnica anterior, el uso de las capacidades de difusión de la radio necesita que el envío de los paquetes IP se haga según un árbol de difusión cuyo establecimiento y mantenimiento genere la señalización que se va a transmitir además del bloque en sí.

[0093] En el caso de la figura 6, el nodo 20 tiene por nodo vecino al nodo 22 y, a veces, el nodo 21 según su posición geográfica, a través de un enlace común de radio 23.

[0094] El nodo 21 a veces tiene por nodo vecino al nodo 22 (según su posición geográfica) también a través de un enlace de radio 25.

[0095] Una fuente 2 conectada a la red mallada 1 por un nodo 20 proporciona un bloque de datos al nodo 20 (etapa 45) y requiere su transmisión a los destinatarios 41 y 42 accediendo a la red 1 por el nodo 21 y el nodo 22 respectivamente.

[0096] En el momento en que el nodo 20 toma su decisión de encaminamiento, el destinatario 41 no está disponible a causa de la posición geográfica del nodo 21.

[0097] El nodo 20 transmite los primeros segmentos del bloque al nodo 22 por el enlace 23. Entonces, solo el nodo 22 recibe estos primeros segmentos. El nodo 21 entra entonces en la red 1 y se encuentra en el enlace de radio 23 con el nodo 20 y en los enlaces de radio 23 y 25 con el nodo 22. El nodo 20 continúa entonces la transmisión de los segmentos del bloque que quedan por transmitir en el enlace 23, destinados a los nodos 21 y 22, mientras que el nodo 22 transmite al nodo 21 a través del enlace 25, los primeros segmentos del bloque que había memorizado.

[0098] La coordinación a uno o dos saltos entre los nodos origen, intermedios y destino/s relacionada con los segmentos de un bloque que permite la memorización de los contextos de bloques según la invención, optimiza la transmisión en caso de movilidad de nodos.

[0099] Así, el funcionamiento de una red según los modos de realización que se han descrito anteriormente, cumple las siguientes reglas:

- atribuir a cada bloque de datos que hay que enviar una referencia, única en la red, asociada a un dominio de encaminamiento, según la invención;
- compartir en todos los nodos que procesen el bloque de datos o una parte del bloque esta referencia para identificar y memorizar un contexto de bloque;
- utilizar un encaminamiento dinámico de salto en salto para actualizar unas tablas de encaminamiento coherentes en todos los nodos intermedios;
- construir y mantener un árbol de difusión multicast en cada nodo intermedio para el encaminamiento multicast en

función de las informaciones de encaminamiento;

- transmitir de salto en salto de forma fiable (es decir, con acuse de recibo) los segmentos según las informaciones de encaminamiento al tiempo que se permite, durante la transmisión, la interrupción de transmisión en los enlaces degradados o rotos y el uso de nuevos enlaces detectados por el nodo;

5 - retomar en cada nodo intermedio, según la nueva información de encaminamiento coherente actualizada desde el principio de la transmisión del bloque en la red, la transmisión de un bloque parcialmente transmitido utilizando como preámbulo la referencia única para no volver a transmitir información ya almacenada por el siguiente nodo intermedio;

10 - informar a los nodos que hayan transmitido el bloque, o una parte del bloque, sobre la progresión del bloque en la red;

- liberar el espacio de almacenamiento de un nodo cuando el encaminamiento del bloque ha progresado en N saltos intermedios más allá del nodo (N número entero fijo, superior o igual a 2).

15 **[0100]** La presente invención impone la memorización de los segmentos de bloques de datos y de las informaciones de contexto de bloque relativas al bloque de datos y permite así corregir los efectos de malas decisiones de encaminamiento de los nodos intermedios y minimizar las retransmisiones de fragmentos durante la fiabilización.

20 **[0101]** La presente invención permite sacar provecho de las variaciones de disponibilidad de los enlaces inalámbricos, repartir el tráfico entre los enlaces disponibles y reducir las transmisiones de información debidas a las repeticiones sobre error, a los reencaminamientos...

[0102] Las figuras 7 y 8 ilustran un ejemplo de aplicación de la invención.

25 **[0103]** La figura 7 es una vista de la arquitectura de un nodo según un modo de aplicación de la invención. El nodo 110 contiene un módulo 104 en «forma de ondas» adaptado para, en la emisión, preparar los datos que se van a emitir según el formato necesario para la emisión de radio según las normas (UHF, VHF...) elegidas para la emisión y, en la recepción, tratar los datos recibidos en el formato necesario para la transmisión radio.

30 **[0104]** Un módulo TA 105 permite al nodo procesar simultáneamente varias instancias de enlaces radio (aquí tres instancias: TA1, TA2, TA3) al tiempo que uniformiza los procesamientos realizados por el nodo en los bloques mencionados a continuación.

35 **[0105]** El nodo 110 consta de un módulo de gestión de conexión radio LLC 106 en el que, cada instancia de conexión radio es objeto de una gestión apropiada por las capas L2 respectivas (LLC1, LLC2, LLC3). Al módulo de gestión LLC 106 se asocia una base de datos 107 que memoriza las informaciones de contexto de fiabilización en correspondencia con las referencias únicas de los bloques.

40 **[0106]** El nodo 110 consta además de otro módulo DTN 108 asociado a una base de datos 109, en la que los segmentos de bloques recibidos son memorizados en correspondencia con su referencia única de bloque. Una base R112 «topología» proporciona al módulo DTN 108 informaciones de encaminamiento dinámico coherente (cálculo de ruta) así como, en el caso considerado, informaciones de descubrimiento de topología vecina. Un módulo de orientación IP 111 («Forwarder IP») se encarga de orientar los paquetes IP.

45 **[0107]** Las bases 107 y bases 109 están conectadas.

[0108] Según este modo de realización, el bloque de información es un paquete IP que puede ser de gran tamaño (jumbogram IPv6) y cada bloque se reensambla a cada salto.

50 **[0109]** La figura 8 representa los intercambios entre 3 nodos N1, N2, N3 similares al nodo 110 de la figura 7, utilizando las siguientes funciones:

EDGE: función de interfaz entre la red y los orígenes/destinos de bloque;

FWD: orientación de paquetes IP realizada con ayuda de un bloque de orientación IP 111;

55 R: función de encaminamiento que incluye el descubrimiento de topología y el cálculo de ruta llevado a cabo con la ayuda de la base R112;

DTN: función de memorización de bloques y de segmentación/reensamblado llevado a cabo con la ayuda del bloque DTN 108;

LLC: función de fiabilización entre nodos llevada a cabo con la ayuda del bloque LLC 106.

- 5 **[0110]** En una etapa 201, el nodo N1 recibe, de parte una fuente, un bloque de información (un paquete denominado D3), con dos destinos, uno conectado al nodo N2, el otro al nodo N3, que está proporcionado por la función EDGE en la función FWD. Esta última lo orienta hacia la función DTN (etapa 202), que le atribuye su referencia única de bloque, memoriza esta última con el paquete D3 en su base 109, antes de entregarlo de nuevo, con su referencia única de bloque, a la función FWD (etapa 203). La decisión de encaminamiento es transmitir el bloque hacia el primer nodo vecino N3 a través de un medio VHF, basándose en el conocimiento que tiene de la topología de la red y de la aplicación de métricas de encaminamiento de la función R. El bloque D3 se entrega entonces a la función LLC del nodo N1 con la instrucción de emitirlo hacia N3 gracias al medio VHF (etapa 204).
- 10 **[0111]** La función LLC del nodo N1 indica a la función DTN de N1, durante el intercambio previo con N3, el inicio de emisión del paquete (etapa 205). En una etapa 206, se emiten correctamente 15 segmentos de 100 del paquete D3. El nodo vecino N3 confirma la correcta recepción de los 10 primeros (etapa 207).
- 15 **[0112]** En una etapa 208, la función R del nodo N1 determina la llegada de un nuevo enlace radio (medio UHF) con el nodo N2, un nuevo vecino de N1. Esta oportunidad se señala a la función DTN que entonces escanea la lista de bloques que se están emitiendo en la base 109 (etapa 209). La función DTN retorna entonces la orientación de los bloques que se están emitiendo que quedan impactados por este cambio de vecindad (etapa 210). La función DTN da una instrucción a la función LLC del nodo N1, indicando que hay que emitir el bloque D3 sobre el medio UHF hacia el nuevo vecino N2 (etapa 211). La función LLC del nodo N1 indica a la función DTN de N1, durante el intercambio previo con N2, el inicio de emisión del paquete (etapa 212). Los 100 segmentos del bloque D3, es decir, la totalidad del bloque D3 son emitidos por la función LLC del nodo N1 hacia el nodo N2 (etapa 213) que los recibe. La función LLC del nodo N2 emite a la función LLC del nodo N1 un acuse de recibo de los 100 paquetes (etapa 214), dando lugar a que se entregue la información de fin de procesado del paquete D3 a la función DTN y a la liberación de las zonas de memoria ocupadas en el nodo N1 por el bloque D3 y las informaciones de contexto asociadas (etapa 230).
- 20 **[0113]** El bloque D3 completo, reensamblado, se entrega a la función DTN, a través de las funciones LLC y FWD (etapas 215, 216), que lo memoriza y se encarga de continuar con el encaminamiento del bloque.
- 25 **[0114]** Como el nodo N3 no había recibido completamente el bloque D3, el nodo N1 indica en el bloque D3 transmitido al nodo N2 la instrucción de transmitir el bloque al destinatario asignado al nodo N3. La función DTN del nodo N2 decide entonces encaminar el bloque hacia el nodo N3 vecino y transmitir el bloque D3 y la instrucción de encaminamiento a la función FWD (etapa 217) que lo orienta hacia la función LLC del nodo N2 (etapa 218).
- 30 **[0115]** La función LLC del nodo N2 transmite a la función LLC del nodo N2 la referencia única del bloque D3. La función LLC del nodo N2 indica en respuesta que ha recibido los 10 primeros segmentos de D3, y después se transmiten los 90 segmentos restantes por N2 a través del medio UHF al nodo N1 (etapa 219), que confirma la correcta recepción de los mismos (etapa 220). Tras la recepción del acuse de recibo, se entrega la información de fin de procesado del paquete D3 a la función LLC del nodo N2 a la función DNT del mismo nodo y se liberan las zonas de memoria ocupadas en el nodo N2 por el bloque D3 y las informaciones de contexto asociadas (etapa 224).
- 35 **[0116]** En el nodo N3, el bloque D3 es orientado a través de la función FWD, a la función DTN para memorizar el bloque y su contexto de bloque (etapas 221, 222). Después, el bloque D3 se entrega, desde la función DTN y a través de la función FWD, a la función EROC (etapas 223, 225). Cabe destacar que se efectúan etapas similares a las etapas 223, 225 en el nodo N2 para entregar el bloque al destinatario conectado al nodo N2.
- 40
- 45

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de comunicación en una red inalámbrica de telecomunicación (1) que consta de nodos inalámbricos (100) de telecomunicación, dicho procedimiento consta, en el momento de la transmisión de un bloque de datos desde un nodo origen (50) a un nodo destino (52), las siguientes etapas (51) llevadas a cabo por un nodo, dicho nodo contiene una tabla de encaminamiento en una memoria (102) del nodo y dicho nodo es el nodo origen o un nodo intermedio que recibe y transmite al menos ciertos segmentos de dicho bloque:
- el nodo, habiendo almacenado un conjunto de segmentos de dicho bloque de datos, selecciona, en función de al menos un contenido de su tabla de encaminamiento en correspondencia con dicho nodo destino y/o en función de los estados de los enlaces inalámbricos de telecomunicación entre dicho nodo y sus nodos vecinos, un primer nodo vecino entre los nodos vecinos del nodo, determina un tamaño de segmento apropiado para una transferencia hacia el primer nodo vecino, reformatea al menos un segmento del conjunto de segmento/s según el tamaño de segmento determinado y transmite al menos dicho segmento reformateado a dicho primer nodo vecino determinado;
 - dicho procedimiento se caracteriza porque el nodo detecta una modificación de dicha tabla de encaminamiento y/o una modificación de un estado de los enlaces inalámbricos de telecomunicación entre dicho nodo y sus nodos vecinos, y tras dicha detección, efectúa una selección de un segundo nodo vecino, detiene la transmisión en el primer nodo vecino de dicho conjunto de segmentos almacenado antes de dicha detección, determina un tamaño de segmento apropiado para una transferencia hacia el segundo nodo vecino determinado, reformatea al menos un segmento del conjunto de segmento(s) que no haya sido transmitido aún al primer nodo vecino de conformidad con el tamaño de segmento determinado para la transferencia hacia el segundo nodo vecino y transmite a dicho segundo nodo vecino al menos un segmento reformateado de dicho conjunto de segmentos.
2. Procedimiento de comunicación según la reivindicación 1, según el cual el nodo el nodo recibe mensajes del primer nodo vecino confirmando la recepción por parte de dicho primer nodo de algunos de dichos segmentos transmitidos y según el cual:
- dicho nodo no transmite al segundo nodo vecino dichos segmentos cuya recepción ha sido confirmada por el primer nodo vecino; y/o
 - cuando el nodo no recibe ningún mensaje de acuse de recibo de parte de dicho primer nodo relativo a un segmento transmitido al primer nodo vecino, el nodo transmite, tras dicha detección, al segundo nodo vecino dicho segmento reformateado según el tamaño del segmento determinado para transmitirlo al segundo nodo vecino.
3. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores según el cual un tamaño de segmento apropiado para una transmisión hacia un nodo vecino se determina en función de al menos un parámetro entre un índice de errores sobre el enlace inalámbrico de telecomunicación entre dicho nodo y el nodo vecino, un retraso de transmisión sobre este enlace y el mantenimiento del recurso disponible para otro vecino sobre dicho enlace.
4. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que se compone de las siguientes etapas para cada nodo utilizado para la transmisión de dicho bloque desde el nodo origen hasta el nodo destino:
- cada nodo, tras la recepción de segmentos de dicho bloque de datos, memoriza, en una memoria (102) del nodo dichos segmentos recibidos en correspondencia con la referencia única, cuando un nodo retransmite al menos ciertos segmentos recibidos del bloque a un nodo vecino y ningún segmento de dicho bloque se ha intercambiado aún entre dicho nodo y el nodo vecino, dicho nodo transmite dichos segmentos del bloque y la referencia única asociada al bloque; y
- según el cual tras la recepción por dicho nodo (100) de dicha referencia única del bloque transmitida por un nodo vecino con el que el nodo aún no ha iniciado ningún intercambio de segmentos del bloque, el nodo indica a dicho nodo vecino los segmentos del bloque que ya se han memorizado en la memoria (102) del nodo.
5. Procedimiento de comunicación según la reivindicación 4, según el cual el nodo (100) mantiene en su memoria (102), en correspondencia con la referencia única del bloque:
- la lista de nodos vecinos a los que ha retransmitido segmentos del bloque y memoriza en correspondencia con cada uno de dichos nodos vecinos, los segmentos del bloque que les ha enviado; y/o
 - la lista de nodos vecinos que le han transmitido segmentos del bloque y memoriza en correspondencia con cada uno de dichos nodos vecinos, los segmentos del bloque que ha recibido de dicho nodo vecino.

6. Procedimiento de comunicación según la reivindicación 5, según el cual el nodo (100) indica además en su memoria (102), en correspondencia con dichos segmentos del bloque transmitidos a cada nodo vecino de la lista si dicho nodo ha recibido la confirmación de recepción de dichos segmentos del bloque enviados por dicho
5 nodo.
7. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, según el cual los segmentos del bloque de datos se quedan memorizados en la memoria (102) del nodo (100) hasta que dicho nodo recibe un mensaje de acuse de recibo de dichos segmentos por un nodo situado a N saltos en la ruta hacia ese
10 nodo destinatario, y donde N es fijo y superior o igual a 2.
8. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, según el cual el nodo (100), después de haber recibido los segmentos de un bloque de datos enviados a varios nodos de destino, utiliza las capacidades de difusión de un enlace con sus vecinos para no implicar a los segmentos que se van a
15 transmitir.
9. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores según el cual cuando previamente se ha producido un intercambio de segmentos del bloque entre dicho nodo y un nodo vecino, se intercambiando segmentos adicionales entre ellos sin transmitir la referencia única asociada a dicho bloque y
20 transmitiendo con dichos segmentos adicionales del bloque una referencia del bloque, local en el salto entre dichos nodos y el nodo vecino, y se memoriza la correspondencia entre la referencia única y la referencia local en la memoria del nodo.
10. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, según el cual al
25 menos ciertos de los segmentos de un bloque recibidos por dicho nodo contienen una cabecera que indica la dirección del nodo vecino, pero no contienen cabecera que indique una dirección del nodo tras la recepción de segmentos de dicho bloque, que identifique el nodo de destino utilizado para seleccionar un nodo vecino al que transferir dichos segmentos, cada nodo extrae de su memoria la dirección de un nodo previamente memorizado en correspondencia con la referencia única del bloque.
30
11. Programa de ordenador para instalarlo en un nodo (100) de una red mallada inalámbrica (1) de telecomunicación, dicho programa contiene instrucciones para realizar las etapas de un procedimiento según las reivindicaciones anteriores cuando se ejecute el programa por medios de procesado del nodo.
- 35 12. Estación (100) emisora/receptora de datos, adaptada para conformar un nodo de una red mallada inalámbrica (1) de telecomunicación, que contenga medios de emisión y recepción inalámbrica, una memoria que contenga una tabla de encaminamiento, en la que dicha estación está adaptada para almacenar un conjunto de segmentos de un bloque de datos que transmitir hacia un nodo destinatario (52) y para seleccionar, en función de al
40 menos un contenido de su tabla de encaminamiento en correspondencia con dicho nodo destino y/o en función de los estados de los enlaces inalámbricos de telecomunicación entre la estación y sus nodos vecinos, un primer nodo vecino entre los nodos vecinos de la estación, para determinar un tamaño de segmento apropiado para una transferencia hacia el primer nodo vecino seleccionado, para reformatear al menos un segmento del conjunto de segmento/s de conformidad con el tamaño de segmento determinado y para transmitir al menos dicho segmento reformateado a dicho primer nodo vecino determinado a través de los medios de emisión y recepción inalámbrica;
45 dicha estación se caracteriza porque está adaptada para detectar una modificación de dicha tabla de encaminamiento y/o una modificación de un estado de los enlaces inalámbricos de telecomunicación entre dicha estación y sus nodos vecinos, y tras dicha detección, efectuar una selección de un segundo nodo vecino, detener la transmisión en el primer nodo vecino de dicho conjunto de segmentos almacenado antes de dicha detección, para determinar un tamaño de segmento apropiado para una transferencia hacia el segundo nodo vecino determinado,
50 reformatear al menos un segmento del conjunto de segmento(s) que no haya sido transmitido aún al primer nodo vecino de conformidad con el tamaño de segmento determinado para la transferencia hacia el segundo nodo vecino y para transmitir a dicho segundo nodo vecino al menos un segmento reformateado de dichos medios de emisión y recepción inalámbricos.
- 55 13. Estación (100) emisora/receptora de datos, según la reivindicación 12, adaptada para recibir mensajes del primer nodo vecino confirmando la recepción por parte de dicho primer nodo de algunos de dichos segmentos transmitidos y adaptada para:
- no transmitir al segundo nodo vecino dichos segmentos cuya recepción haya sido confirmada por el primer nodo

vecino; y/o

- cuando no haya recibido ningún mensaje de dicho primer nodo confirmando la correcta recepción de un segmento transmitido al primer nodo vecino, transmitir, tras dicha detección, al segundo nodo vecino dicho segmento reformateado según el tamaño del segmento determinado para transmitirlo al segundo nodo vecino.

5

14. Estación (100) emisora/receptora de datos según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, adaptada para determinar un tamaño de segmento apropiado para una transmisión hacia un nodo vecino en función de al menos un parámetro entre un índice de errores sobre el enlace de telecomunicación inalámbrica entre dicha estación y el nodo vecino, un retraso de transmisión en este enlace y el mantenimiento del recurso disponible para otro vecino sobre dicho enlace.

10

15. Estación (100) emisora/receptora de datos, según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, adaptada para, tras la recepción de segmentos de dicho bloque de datos, memorizar, en la memoria (102), dichos segmentos recibidos en correspondencia con la referencia única;

15

y para que cuando haya una retransmisión de al menos algunos de los segmentos del bloque recibidos hacia un nodo vecino, en caso de que ningún segmento de dicho bloque se haya intercambiado entre dicha estación y dicho nodo vecino, transmitir dichos segmentos del bloque y la referencia única asociada al bloque; dicha estación está adaptada además para que, tras una recepción por dicho nodo (100) de dicha referencia única del bloque transmitida por un nodo vecino con el que dicha estación aún no ha iniciado ningún intercambio de segmentos del bloque, indicar a dicho nodo vecino los segmentos del bloque que ya se han memorizado en la memoria (102) del nodo.

20

16. Estación (100) emisora/receptora de datos, según la reivindicación 15, adaptada para mantener en su memoria (102), en correspondencia con la referencia única del bloque:

25

- la lista de nodos vecinos a los que ha retransmitido segmentos del bloque y memorizar en correspondencia con cada uno de dichos nodos vecinos, los segmentos del bloque que les ha enviado; y/o

- la lista de nodos vecinos que le han retransmitido segmentos del bloque y para memorizar en correspondencia con cada uno de dichos nodos vecinos, los segmentos del bloque que ha recibido de dicho nodo vecino.

30

17. Estación (100) emisora/receptora de datos, según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, adaptada para memorizar los segmentos del bloque de datos en la memoria (102) del nodo (100) hasta que dicho nodo reciba un mensaje de acuse de recibo de dichos segmentos por un nodo situado a N saltos en la ruta hacia ese nodo destinatario, y donde N es fijo y superior o igual a 2.

35

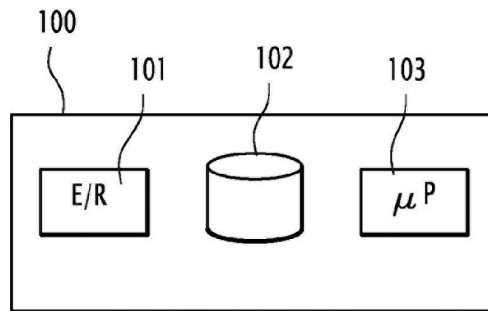


FIG.1

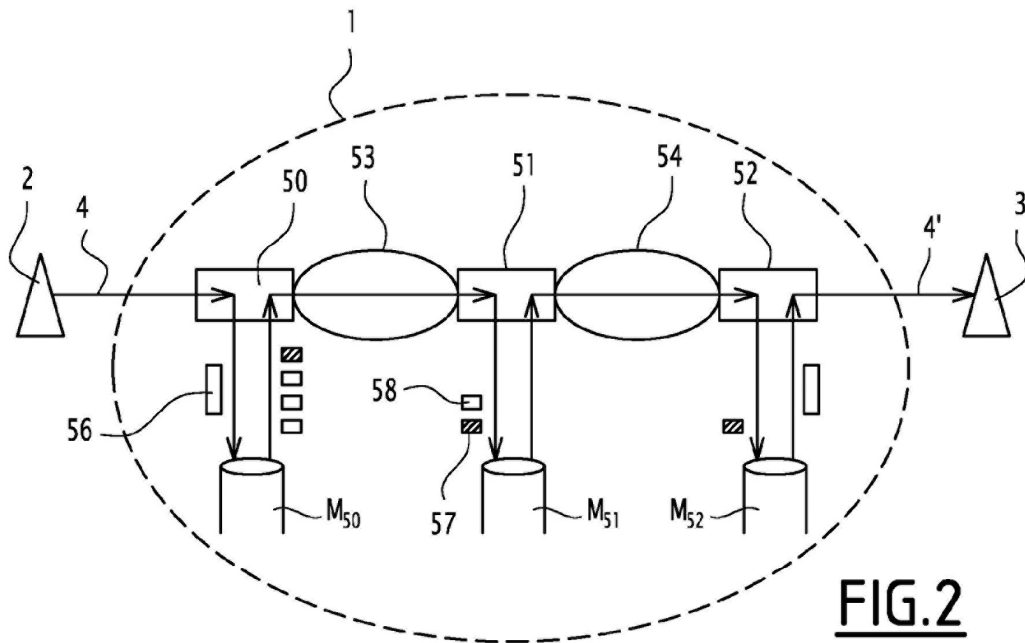


FIG.2

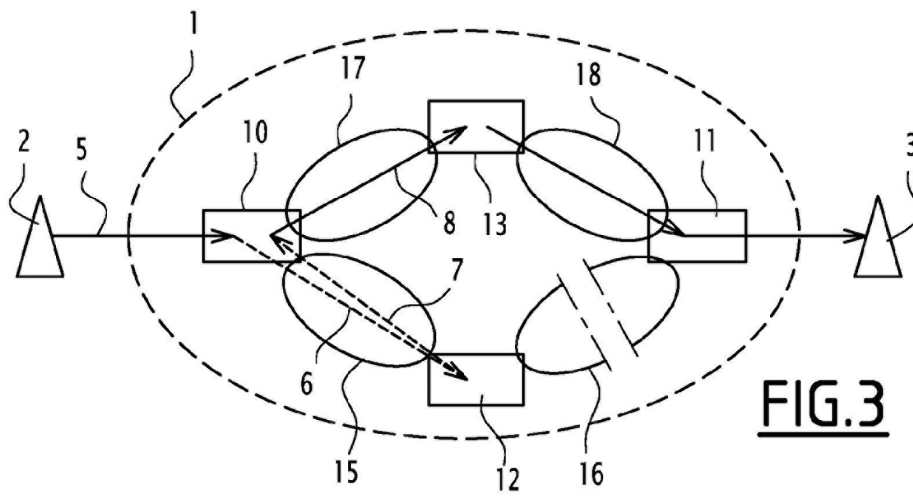


FIG.3

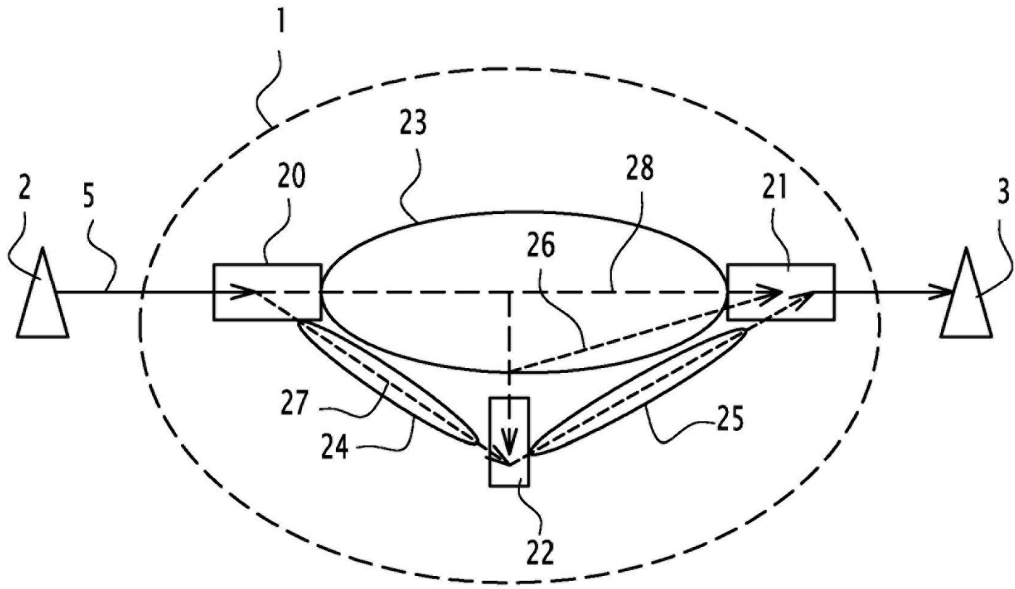


FIG. 4

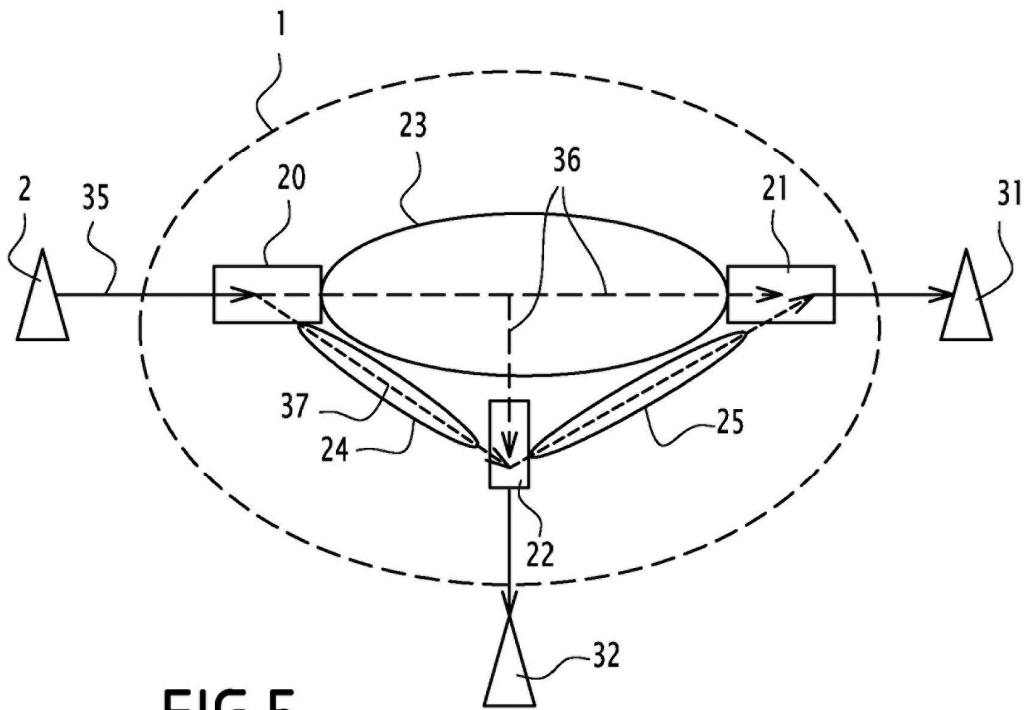


FIG. 5

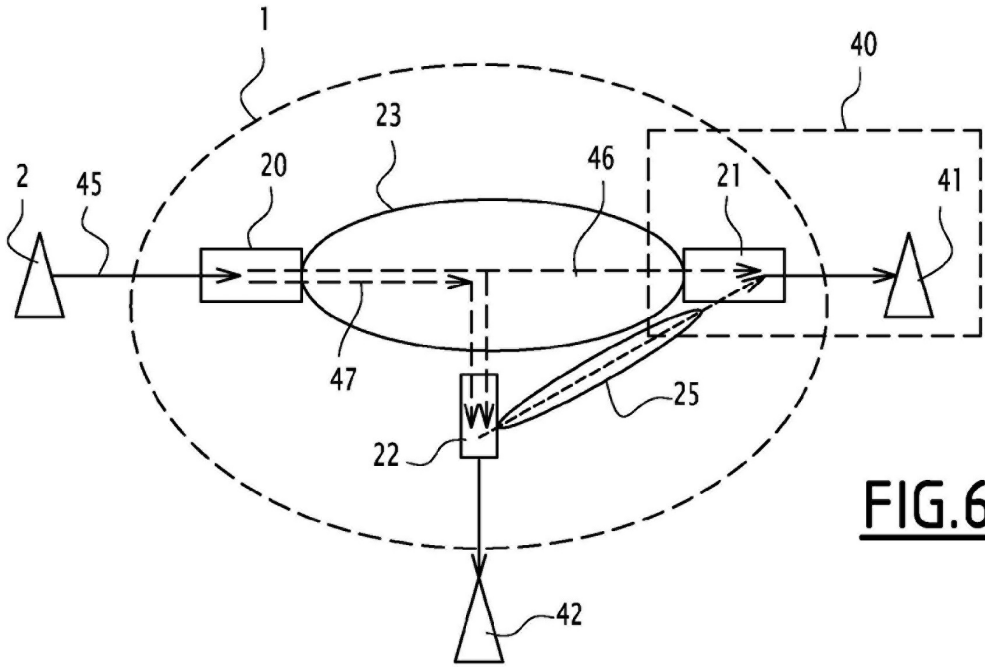


FIG. 6

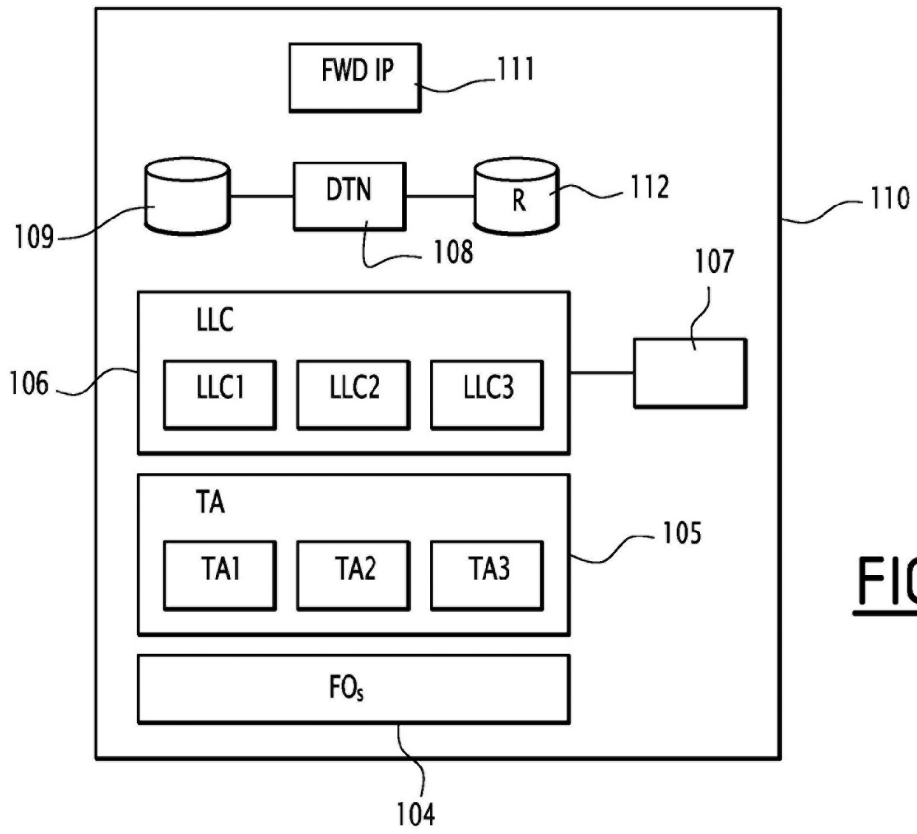


FIG. 7

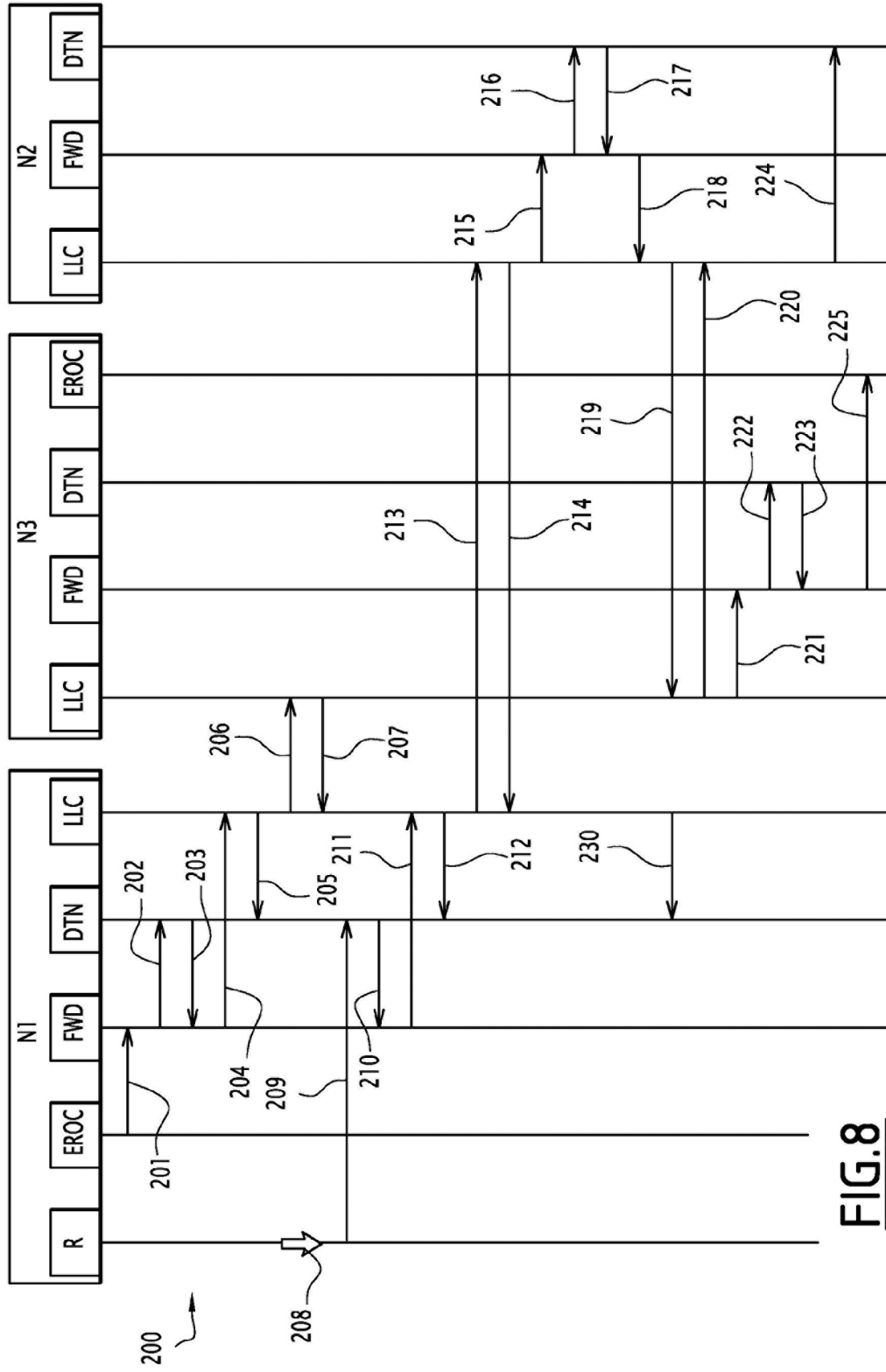


FIG.8