

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 214**

51 Int. Cl.:

H04W 40/26 (2009.01)

H04W 48/08 (2009.01)

H04L 12/733 (2013.01)

H04L 12/721 (2013.01)

H04L 12/761 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2014 PCT/IB2014/060665**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.10.2014 WO14167549**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2014 E 14730998 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 2984873**

54 Título: **Método de comunicación de tipo SMF para una red manet, nodo de red y red móvil que implementan este método de comunicación**

30 Prioridad:

12.04.2013 IT TO20130297

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

19.10.2017

73 Titular/es:

**LEONARDO S.P.A. (100.0%)
Piazza Monte Grappa 4
Roma, IT**

72 Inventor/es:

**GEI, FRANCESCO;
PRIVITERA, NICCOLÒ y
TAMEA, GABRIELE**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 638 214 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

Método de comunicación de tipo SMF para una red MANET, nodo de red y red móvil que implementan este método de comunicación

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método de comunicación de tipo SMF para una red ad hoc móvil (MANET, *mobile ad hoc network*). Además, la presente invención se refiere a un nodo de red y una red móvil que implementan este método de comunicación.

10

Antecedentes de la técnica

Como es sabido, una red MANET es una red por paquetes que está formada por una pluralidad de nodos, que se comunican unos con otros por medio de enlaces ad hoc. Por lo tanto, los nodos cooperan unos con otros para encaminar correctamente los paquetes mediante la aplicación de técnicas de retransmisión de tipo multi-salto.

15

En la práctica, las redes MANET se caracterizan en general por la movilidad de los nodos que forman las mismas, así como por la ausencia de unas infraestructuras fijas capaces de asegurar las comunicaciones entre los nodos. Por lo tanto, las redes MANET se implementan, por lo general, en el interior de entornos extremadamente dinámicos en función de las necesidades. Por ejemplo, se conocen redes MANET que se emplean en el campo de la automoción, en el que las mismas también se conocen como redes vehiculares ad hoc (VANET, *vehicular ad hoc network*).

20

Con el tiempo y sobre la base de las características típicas de las redes MANET, se han propuesto protocolos de encaminamiento que son capaces de asegurar las comunicaciones entre los nodos. Por ejemplo, se conoce el así denominado Protocolo de Encaminamiento de Estado de Enlace Optimizado (protocolo de OLSR, *Optimized Link State Routing*), tal como es definido por el Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (IETF, *Internet Engineering Task Force*) y que se define, por ejemplo, en la dirección de Internet <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3626.txt>.

25

30

Una implementación del protocolo de OLSR se define, por ejemplo, en el documento "*Optimized Link State Routing Protocol for Ad Hoc Networks*", de P. Jacquet *et al.*, Proyecto Hipercom, INRIA Rocquencourt, BP 105, 78153 Le Chesnay Cedex, Francia.

35

El protocolo de OLSR es un tipo proactivo de protocolo, sobre la base del intercambio de paquetes de control entre los nodos, siendo transmitidos estos paquetes de forma periódica en modo de difusión. Dicho de otra forma, cuando un nodo genérico envía su paquete de control, el mismo dirige este paquete a la totalidad de los otros nodos de la red; en consecuencia, la totalidad de los nodos visibles al nodo genérico, es decir, capaces de recibir las señales electromagnéticas que son transmitidas por el nodo genérico, reciben y procesan este paquete. La transmisión de difusión contempla que el paquete enviado contiene una dirección específica, que también se conoce como una dirección de difusión, que es conocida por la totalidad de los nodos de la red.

40

En particular, el protocolo de OLSR se caracteriza por el hecho de que los paquetes de control que son transmitidos por los nodos son muy pequeños, así como por el hecho de que solo algunos nodos de la red retransmiten, en concreto, reenvían los paquetes de control recibidos, teniendo aún lugar la retransmisión en modo de difusión. A este respecto, a pesar de que cada retransmisión implica, a un nivel físico, una transmisión, en general una se refiere a la transmisión o generación de un paquete para indicar la primera generación del paquete y el contenido asociado por parte de un primer nodo, mientras que una se refiere a la retransmisión del paquete para indicar la retransmisión del paquete, que contempla una modificación a únicamente el encabezamiento del paquete, pero no los datos que están contenidos en el mismo, siendo conocidos estos últimos también como el mensaje. En cualquier caso, mientras que el verbo "retransmitir" implica una retransmisión efectiva, el verbo "transmitir" también se puede usar para hacer referencia a la acción de transmitir un paquete durante una retransmisión y, por lo tanto, su uso no se limita necesariamente a la transmisión de un paquete por el primer nodo que ha generado el paquete. De forma similar, el verbo "enviar" se usa para hacer referencia a la acción de transmitir o retransmitir un paquete sin distinción. Una vez más, la acción de generar un paquete también se conoce como originar un paquete, mientras que la acción de comunicar un paquete a un nodo hace caso omiso del hecho de si el nodo se encuentra cerca o lejos y, por lo tanto, hace caso omiso del hecho de si la comunicación tiene lugar de una forma directa o indirecta.

45

50

55

En el caso de de fallos o interrupciones de enlace, el protocolo de OLSR no genera tráfico adicional alguno con respecto a los paquetes de control ya mencionados. Además, el protocolo de OLSR funciona de una forma completamente distribuida y no necesita entidad central alguna. Además, el protocolo de OLSR no requiere que los paquetes de control sean recibidos por los nodos exactamente en el mismo orden de transmisión; esto es debido al hecho de que cada nodo firma sus mensajes de control con un identificador de secuencia progresivo.

60

Con detalle, cada nodo selecciona, de entre sus vecinos o, más bien, los nodos que se encuentran a una distancia de solo un salto del mismo, un conjunto de retransmisores multipunto. En general, la proximidad de dos nodos no

65

implica la existencia de un enlace bidireccional entre los mismos, sino que implica la presencia de un enlace que es al menos unidireccional y, por lo tanto, implica que al menos uno de esos dos nodos es capaz de recibir directamente los paquetes que son enviados por el otro nodo, sin que los paquetes tengan que ser retransmitidos por un tercer nodo. Una vez dicho esto, considerando un nodo, solo los nodos vecinos del nodo considerado, y que
5 están conectados con el mismo por medio de enlaces bidireccionales, se pueden seleccionar como retransmisores multipunto del nodo considerado.

Haciendo referencia a un nodo genérico N, e indicando el conjunto correspondiente de retransmisores multipunto como MPR (N), cada nodo del conjunto MPR (N), cuando el mismo recibe un paquete de control que es transmitido por el nodo N, lee y procesa el paquete de control y, posteriormente, retransmite el paquete de control, aún en modo de difusión. A la inversa, los nodos vecinos del nodo N que no pertenecen al conjunto MPR (N), leen y procesan los paquetes de control que son enviados por el nodo N, pero no los retransmiten. Cada nodo de la red MANET almacena y, entonces, actualiza una lista de los así denominados selectores de MPR. En particular, aún con referencia, por ejemplo, al nodo N, su lista de selectores de MPR está formada por nodos que son vecinos del mismo y que lo han seleccionado como su retransmisor multipunto.
10
15

Dado, por ejemplo, aún el nodo N, la selección del conjunto de retransmisores multipunto tiene lugar de tal modo que la totalidad de los nodos que se encuentran a una distancia de dos saltos del nodo N están conectados con el mismo por medio de los retransmisores multipunto, en donde está prevista una conexión como si fuera a través de un enlace bidireccional. Por lo tanto, la unión de los nodos vecinos de los retransmisores multipunto contiene la totalidad de los nodos que se encuentran a una distancia de dos saltos del nodo N. Cuanto más pequeña sea la cardinalidad del conjunto de retransmisores multipunto, mejor será el funcionamiento del protocolo de OLSR.
20

Más en particular, dado, por ejemplo, aún el nodo N, la selección del conjunto de retransmisores multipunto tiene lugar sobre la base del así denominado parámetro de "voluntad", que indica un tipo de disposición en el que cada uno de los nodos vecinos del nodo N se ha de volver un retransmisor multipunto. Un procedimiento para la selección de los retransmisores multipunto sobre la base de la voluntad se describe en el documento "Solicitud De Comentarios" (RFC, *Request For Comments*) 3626 del Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet. Este procedimiento prevé que cada nodo establece su propia voluntad a un valor entero entre cero y siete y que el mismo comunica el valor establecido a los otros nodos, a través de los así denominados paquetes HELLO (de saludo). Además, aún con referencia al nodo N, la selección de sus retransmisores multipunto tiene lugar de una forma tal que los nodos vecinos del mismo y que tienen una voluntad de siete se seleccionan definitivamente como retransmisores multipunto, y los nodos vecinos del mismo y que tienen una voluntad de cero no se seleccionan como retransmisores multipunto; los nodos vecinos del nodo N que tienen una voluntad de entre uno y seis se seleccionan en su lugar con una prioridad proporcional al valor de voluntad que se ha establecido, hasta que se haya completado el conjunto de retransmisores multipunto.
25
30
35

Los paquetes de control incluyen los paquetes HELLO que se han mencionado en lo que antecede, los cuales, a diferencia de otros paquetes de control, no son retransmitidos por nodo alguno de la red MANET, ni siquiera por los retransmisores multipunto.
40

En particular, dado una vez más el nodo N, este transmite de forma periódica sus propios paquetes HELLO. Cada paquete HELLO contiene un encabezamiento de control, que comprende la dirección del nodo que ha transmitido el paquete HELLO. Además, cada paquete HELLO contiene:
45

- una lista de las direcciones de los nodos vecinos del nodo N y que están conectados con el nodo N por medio de enlaces bidireccionales;
- una lista de las direcciones de los nodos vecinos del nodo N, que han sido oídos por el nodo N, es decir, con los que el nodo N está conectado por medio de un enlace unidireccional;
- 50 - una lista de los retransmisores multipunto del nodo N; y
- un número de secuencia que está asociado con el paquete HELLO.

Por razones de compleción, las listas que se han mencionado en lo que antecede presentes en el paquete HELLO pueden ser parciales, con la condición de que la totalidad de los nodos vecinos se indiquen en unos paquetes HELLO que se transmiten dentro de un intervalo de tiempo dado por el nodo N. Además, se usan tres indicaciones diferentes para indicar el estado de los enlaces, que se corresponden, de forma respectiva, con una retransmisión unidireccional, bidireccional y multipunto. Además, para comprobar un enlace con cualquier nodo vecino Y como si fuera bidireccional, el nodo N detecta la posible recepción de un paquete HELLO que es enviado por el nodo Y y que contiene la dirección del nodo N.
55
60

Por lo tanto, cada nodo es capaz de determinar, sobre la base de los paquetes HELLO que recibe el mismo, sus propios selectores de MPR, las direcciones de los cuales se almacenan en una tabla de selectores de MPR.

Cada nodo, sobre la base de los paquetes HELLO que recibe el mismo, es capaz de tener conocimiento de los enlaces con los nodos que se encuentran a una distancia de hasta dos saltos. En particular, con referencia una vez más al nodo N, el mismo es capaz de mantener una tabla de vecinos, en la que el mismo almacena una pluralidad
65

de entradas, conteniendo cada entrada la dirección de un nodo correspondiente que se encuentra a una distancia de un salto (nodo vecino), así como el estado de la conexión con ese nodo vecino y una lista de las direcciones de los nodos que se encuentran a una distancia de dos saltos del nodo N y que son vecinos de este nodo vecino. La tabla de vecinos también contiene un número de secuencia, que indica el conjunto más reciente de retransmisores multipunto que son seleccionados por el nodo N. Cada vez que el nodo N comunica su conjunto de retransmisores multipunto (tal como se describe en lo sucesivo en el presente documento,) a los otros nodos, el mismo también incrementa este número de secuencia. Además, la totalidad de las entradas de la tabla de vecinos están asociadas con unos tiempos de retención correspondientes, la expiración de los cuales da como resultado que se borren las entradas.

Por lo tanto, cada nodo es capaz de seleccionar, sobre la base de su propia tabla de vecinos, su propio conjunto de retransmisores multipunto, de tal modo que este satisface los requisitos que se han mencionado previamente. Este conjunto de retransmisores multipunto se comunicará en los paquetes HELLO posteriores que se transmitirán. En particular, la selección del conjunto de retransmisores multipunto para el nodo N se lleva a cabo cada vez que el nodo N detecta un cambio en sus nodos vecinos, debido, por ejemplo, a un fallo en un enlace bidireccional, o la adición de un enlace bidireccional con un nuevo nodo; además, el nodo N realiza una nueva selección cada vez que el mismo detecta un cambio en los nodos que se encuentran a una distancia de dos saltos del mismo y que están conectados con el mismo a través de enlaces bidireccionales. Por lo tanto, cada nodo actualiza sus propios retransmisores multipunto en cada recepción de un paquete HELLO.

Con mayor detalle, en un tiempo t_1 , la unión de los nodos vecinos de los retransmisores multipunto del nodo N contiene la totalidad de los nodos que se encuentran a una distancia de dos saltos del nodo N, suponiendo que la información que está contenida en la tabla de vecinos del nodo N se corresponde con los enlaces presentes en el tiempo t_1 entre el nodo N y los nodos que se encuentran a una distancia de hasta dos saltos del nodo N. Dicho de otra forma, la información que está contenida en la tabla de vecinos está relacionada, como máximo, con un tiempo t_0 , antes del tiempo t_1 , cuando es posible que la afirmación que se ha mencionado en lo que antecede con respecto a la unión de los nodos vecinos sea temporalmente falsa, debido, por ejemplo, a la aproximación de un nodo desconocido para el nodo N. En cualquier caso, la afirmación que se ha mencionado en lo que antecede se vuelve cierta en estado estacionario, o cuando, dado aún el nodo N por ejemplo, los cambios en el conjunto respectivo de sus nodos vecinos son lentos con respecto a los tiempos con los cuales los nodos transmiten los paquetes HELLO.

Aún con referencia a la tabla de selectores de MPR, las direcciones de los selectores de MPR que están contenidas en la misma están asociadas con unos números de secuencia correspondientes, que son iguales a los números de secuencia que son almacenados precisamente por los selectores de MPR y que se comunican por medio de los paquetes HELLO. Además, la totalidad de la tabla de selectores de MPR está asociada con un número de secuencia de tabla de selectores de MPR correspondiente, que es igual al número de secuencia más reciente que está asociado con un mensaje de HELLO que se ha recibido y que ha dado lugar a un cambio en la tabla de selectores de MPR.

Los paquetes de control comprenden adicionalmente los así denominados paquetes de control de topología (TC, *topology control*), que son transmitidos de forma periódica por los retransmisores multipunto en modo de difusión.

Aún con referencia, a modo de ejemplo, al nodo N, cada paquete de TC que transmite el mismo contiene:

- la dirección del nodo que lo originó;
- el conjunto de sus selectores de MPR; y
- el número de secuencia de tabla de selectores de MPR, que está asociado precisamente con su propia tabla de selectores de MPR.

En particular, la lista de selectores de MPR que están contenidos en el paquete de TC puede ser parcial, con la condición de que se envíe la lista completa, por medio de dos o más paquetes de TC, dentro de un cierto periodo de regeneración. Además, el intervalo de tiempo entre la transmisión de dos paquetes de TC sucesivos depende del hecho de si se modifica, o no, la tabla de selectores de MPR. Por ejemplo, en el caso de una modificación en la tabla de selectores de MPR, el nodo N puede transmitir un nuevo paquete de TC tan pronto como ha transcurrido un periodo mínimo después del envío del paquete de TC previo; los paquetes de TC posteriores se pueden transmitir entonces con una periodicidad dada, hasta que ha tenido lugar un nuevo cambio en la tabla de selectores de MPR.

Sobre la base de los paquetes de TC que se reciben, los nodos construyen y actualizan sus propias tablas de topología, en las que los mismos almacenan información con respecto a los retransmisores multipunto de los otros nodos. En particular, suponiendo que aún se hace referencia al nodo N, su tabla de topología comprende una o más entradas, comprendiendo cada entrada:

- una dirección de un posible destino, en concreto, la dirección de un selector de MPR que está contenida en un paquete de TC que es recibido por el nodo N;
- una dirección de último salto en relación con el posible destino que se ha mencionado en lo que antecede, que es igual a la dirección del nodo que ha enviado el paquete de TC que se ha mencionado en lo que antecede, que

es recibido por el nodo N;

- el número de secuencia de tabla de selectores de MPR correspondiente del nodo que ha enviado el paquete de TC que se ha mencionado en lo que antecede, que es recibido por el nodo N; y
- un tiempo de retención correspondiente, después de lo cual se borra la entrada.

5 En la práctica, la presencia, en el interior de la tabla de topología, de una entrada en relación con un nodo dado indica la posibilidad de alcanzar el nodo dado mediante el envío de un paquete al nodo cuya dirección es igual a la dirección de último salto que está contenida en la entrada. No obstante, se debería hacer notar que podría haber varias entradas en el interior de la tabla de topología que tienen una misma dirección de destino posible, pero con diferentes direcciones de último salto. Más en particular, tras la recepción de un paquete de TC que es enviado por un nodo de envío, el nodo N (por ejemplo) realiza las siguientes operaciones:

- 15 - comprueba si existe una entrada en su tabla de topología en la que la dirección de último salto es igual a la dirección del nodo de envío y, si es así, si el número de secuencia de tabla de selectores de MPR que está contenido en esta entrada es más grande que el número de secuencia de tabla de selectores de MPR que está contenido en el paquete de TC que se recibe, caso en el cual se rechaza el paquete de TC sin procesamiento adicional alguno;
- 20 - en el caso en el que existe la entrada que se ha mencionado en lo que antecede, si su dirección de último salto es igual a la dirección del nodo de envío y el número de secuencia de tabla de selectores de MPR que está contenido en el paquete de TC que se recibe, se borra esta entrada;
- 25 - para cada dirección de selector de MPR que se indica en el paquete de TC que se recibe, el nodo N comprueba si un destino se encuentra presente en su tabla de topología que tiene una dirección igual a la dirección de selector de MPR considerada, y si la dirección de último salto correspondiente es igual a la dirección del nodo de envío, caso en el cual el tiempo de retención correspondiente se restablece a un valor inicial (previamente determinado); en todos los otros casos, el nodo N crea una nueva entrada en su tabla de topología, que se corresponde con la dirección de selector de MPR considerada.

30 Cada uno de los nodos de la red MANET también mantiene su propia tabla de encaminamiento, que se construye y se actualiza sobre la base de los paquetes de TC que se reciben y, más en particular, sobre la base de la tabla de topología. La tabla de encaminamiento almacena información con respecto a las trayectorias, es decir, los conjuntos de enlaces sucesivos y conectados que posibilitan alcanzar los destinos correspondientes.

35 Haciendo aún referencia, por ejemplo, al nodo N, su tabla de encaminamiento comprende una o más entradas, cada una de las cuales incluye:

- una dirección de un destino correspondiente;
- una dirección de salto siguiente, en concreto, la dirección de un nodo vecino del nodo N, a la cual es necesario enviar un paquete, si este paquete está destinado al nodo que tiene una dirección igual a la dirección que se ha mencionado en lo que antecede de un destino correspondiente, al que también se hace referencia como el nodo de destino; y
- una estimación de distancia o, más bien, una estimación del número de saltos para alcanzar el nodo de destino. En la práctica, existe una trayectoria bidireccional entre el nodo N y el nodo de destino que pasa a través del nodo que tiene una dirección igual a la dirección de salto siguiente.

45 Cada vez que el nodo N recibe un paquete de TC, para cada dirección de destino que está contenida en el mismo, el mismo almacena / actualiza un par [último salto, nodo] correspondiente, el cual se forma, en la práctica, a partir de la dirección de destino ([nodo]) y la dirección del nodo que ha enviado el paquete de TC ([último salto]). Sobre la base de los pares [último salto, nodo], a los que también se hace referencia como pares conectados, el nodo N determina, dado un nodo de destino, la trayectoria correspondiente para alcanzar el mismo. Para este fin, dado por ejemplo un nodo de destino R, el nodo N busca un par conectado [X, R] y sucesivamente un par conectado [Z, X], y así sucesivamente, hasta que el mismo halla un nodo K que es parte del conjunto MPR (N) de retransmisores multipunto del nodo N. La dirección de salto siguiente en relación con la entrada con respecto al destino R que está contenida en la tabla de encaminamiento del nodo N es, por lo tanto, igual a la dirección del nodo K.

55 El nodo N recalcula su tabla de encaminamiento cada vez que el mismo detecta un cambio en sus tablas de vecinos y de topología.

60 Con mayor detalle, para calcular (o recalculer) la tabla de encaminamiento, el nodo N puede ejecutar el siguiente algoritmo.

65 Inicialmente, se borra la totalidad de las entradas posiblemente presentes en la tabla de encaminamiento. Entonces, se almacenan las nuevas entradas, comenzando por las que tienen nodos vecinos del nodo N como destinos. En particular, en el caso en el que estos nodos vecinos están conectados con el nodo N en modo bidireccional, las entradas correspondientes contienen unas direcciones de destino y de salto siguiente que son las mismas, así como que tienen unas estimaciones de distancia iguales a uno.

Entonces, se almacenan entradas con respecto a los nodos que están separados del nodo N por unas distancias $h + 1$, en donde $h = 1$.

5 En particular, el nodo N almacena una entrada correspondiente para cada entrada en la tabla de topología que i) incluye una dirección de destino que no se corresponde con la dirección de destino de cualquiera de las entradas presentes en la tabla de encaminamiento, y ii) la dirección de último salto de la cual se corresponde con la dirección de destino de una entrada en la tabla de encaminamiento con una estimación de distancia igual a h. Esta entrada correspondiente contiene una dirección de destino igual a la dirección de destino de la entrada en la tabla de topología, y una dirección de salto siguiente igual a la dirección de salto siguiente de la entrada en la tabla de encaminamiento, la dirección de destino de la cual es igual a la dirección de último salto que se ha mencionado en lo que antecede.

15 Entonces, el nodo N establece $h = h + 1$ y repite las operaciones que se han especificado previamente. De esta forma, el nodo N llega a determinar su propia tabla de encaminamiento.

20 Con respecto al tráfico de datos, el protocolo de OLSR es del así denominado tipo unidifusión, es decir, se hace la provisión de que, si un nodo, por ejemplo el nodo N, necesita transmitir un paquete de datos a otro nodo W, este nodo transmite el paquete de datos al nodo (por ejemplo, G) cuya dirección es igual a la dirección de salto siguiente que está contenida en la entrada en la tabla de encaminamiento que tiene una dirección de destino que coincide con la dirección del nodo W. Para este fin, el nodo N inserta tanto la dirección del nodo W como la dirección del nodo G en el paquete de datos, haciéndose aún referencia a las mismas, de forma respectiva, como la dirección de destino y la dirección de salto siguiente. Además, debido a que el nodo N origina el paquete de datos, este inserta su propia dirección en el paquete de datos, a la que también se hace referencia como la dirección de origen; esta última dirección, como la dirección de destino, no se modifica durante el transcurso de las retransmisiones. En general, se hace referencia a la transmisión (o la retransmisión) del paquete de datos desde el nodo N al nodo G para indicar que el paquete se transmite (o se retransmite) a partir del nodo N y contiene la dirección del nodo G como la dirección de salto siguiente y, por lo tanto, la misma es físicamente recibida por la totalidad de los nodos vecinos del nodo N, pero la totalidad de los nodos vecinos del nodo N, excepto el nodo G, rechazan el paquete de datos, o en cualquier caso, de acuerdo con la técnica de acceso múltiple adoptada, son incapaces de interpretar el paquete de datos.

35 Entonces, el paquete de datos es recibido por la totalidad de los nodos vecinos del nodo N, pero solo el nodo G procesa el paquete de datos y retransmite el mismo al nodo (por ejemplo, L) la dirección del cual es igual a la dirección de salto siguiente que está contenida en la entrada de la tabla de encaminamiento del nodo G que tiene una dirección de destino que coincide con la dirección del nodo W. Entonces, se repite el procedimiento, hasta que el paquete de datos es recibido por el nodo W.

40 Aún con referencia al tráfico de datos, de acuerdo con el protocolo de OLSR, un nodo puede transmitir un paquete de datos a un nodo vecino solo si el mismo está conectado con este último a través de un enlace bidireccional.

45 Una vez dicho esto, hay otros tipos de protocolo conocidos, tales como, por ejemplo, el así denominado Protocolo de Reenvío de Multidifusión Simple (protocolo de SMF, *Simple Multicast Forwarding*), que es definido por el Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet y que se describe, por ejemplo, en la así denominada decimocuarta versión en la dirección de Internet <http://tools.ietf.org/html/draft-ietfmanet-smf-14>.

50 Para la distribución del tráfico de datos, el protocolo de SMF hace uso de la misma distribución de señalización que es empleada por el protocolo de OLSR. Dicho de otra forma, de acuerdo con el protocolo de SMF, los paquetes de datos se transmiten en modo de difusión de la misma forma que los paquetes de TC en el protocolo de OLSR. Por lo tanto, el protocolo de SMF también contempla, entre otras cosas, la determinación de retransmisores multipunto.

55 Con detalle, haciendo aún referencia al nodo N, este transmite sus propios paquetes de datos en modo de difusión. Además, dado cualquier nodo del conjunto MPR (N), cuando el mismo recibe un paquete de datos que se transmite a partir del nodo N, este lee y procesa el paquete de datos y, a continuación, retransmite el paquete de datos, aún en modo de difusión. A la inversa, los nodos que son vecinos del nodo N, pero que no pertenecen al conjunto MPR (N), leen y procesan los paquetes de datos que son transmitidos por el nodo N, pero no los retransmiten.

60 El protocolo de SMF también prevé un mecanismo de identificación para paquetes de datos duplicados, tal como, por ejemplo, el cálculo de una función de troceo (*hash*), o la introducción de un número de secuencia de paquete de datos en cada paquete de datos. De esta forma, dado cualquier nodo que es un retransmisor multipunto, este no puede retransmitir un paquete de datos más de una vez, con el fin de evitar la formación de un bucle.

65 Más en particular, el protocolo de SMF prevé además que los paquetes de datos también se pueden transmitir en modo de multidifusión o, más bien, que es posible transmitir paquetes de datos a un grupo previamente determinado de nodos. La transmisión de multidifusión de paquetes de datos es la misma que la transmisión de difusión de paquetes de datos, en concreto, prevé que los paquetes de datos se transmiten en modo de difusión y son retransmitidos solo por los retransmisores multipunto, pero la misma también prevé que si un nodo que no pertenece

al grupo recibe un paquete de datos, entonces el mismo rechaza el paquete de datos sin procesarlo.

En la práctica, también en el caso de la transmisión de multidifusión, el protocolo de SMF prevé una transmisión de difusión subyacente, lográndose en consecuencia la transmisión de multidifusión a través de la oportuna programación de las pilas de protocolo de los nodos en la red.

Por lo tanto, el protocolo de SMF posibilita la distribución de paquetes de datos en modo de multidifusión; no obstante, el mismo no está optimizado para este modo de funcionamiento.

Se divulgan ejemplos adicionales de los protocolos de SMF y de OLSR, de forma respectiva, en Macker J. *et al.*, "Simplified Multicast Forwarding, rfc6621", Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet, Norma, Sociedad de Internet (ISOC, *Internet Society*) 4, Rue Des Falaises CH-1205, Ginebra, Suiza, 18 de mayo de 2012, páginas 1 - 55 y Clausen T., "Combining Temporal and Spatial Partial Topology for MANET routing - Merging OLSR and FSR", "Proceedings of IEEE Conference on Wireless Personal Multimedia Communications", 1 de octubre de 2003, Yokosuka, Japón.

Divulgación de la invención

Por lo tanto, el objeto de la presente invención es la provisión de un método de comunicación de tipo SMF, que soluciona, al menos parcialmente, los inconvenientes de la técnica conocida.

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un método de comunicación, un nodo de red, un producto de soporte lógico y una red de telecomunicaciones, tal como se define, de forma respectiva, en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la invención, a continuación se describirán algunas realizaciones, meramente a modo de ejemplo no limitante y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra de forma esquemática una red de telecomunicaciones que incluye una pluralidad de nodos; y
- las figuras 2 - 5 muestran unos diagramas de flujo de las operaciones que son realizadas por los nodos de la red que se muestra en la figura 1.

Se considera que las realizaciones que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones son ejemplos.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

Este método de comunicación se describe en lo sucesivo en el presente documento, con referencia, meramente a modo de ejemplo, a la red de telecomunicaciones móviles 1 que se muestra en la figura 1, que es una red inalámbrica por paquetes e incluye una pluralidad de nodos 2, que son al menos potencialmente móviles y se comunican unos con otros por medio de señales electromagnéticas. Siempre a modo de ejemplo, se supone que los nodos 2 son parte de un grupo de tipo multidifusión 4 y que la red de telecomunicaciones móviles 1 también comprende una pluralidad de nodos externos 6, que no son parte del grupo 4. Sin pérdida alguna de generalidad, se supone que los nodos 2 y los nodos externos 6 son, todos, ellos, semejantes; por lo tanto, la red de telecomunicaciones móviles 1 es una red MANET de tipo malla de par a par.

Para los fines de este método de comunicación, es irrelevante cómo se ha determinado y codificado la pertenencia de los nodos 2 al grupo 4.

Por ejemplo, el grupo 4 puede ser del tipo estático, caso en el cual la información con respecto a la pertenencia de los nodos 2 al grupo 4 y la información con respecto a la no pertenencia de los nodos externos 6 al grupo 4 se puede preconfigurar, de una forma que es conocida por sí misma, en el interior de los nodos 2 y los nodos externos 6.

Como alternativa, el grupo 4 puede ser del tipo dinámico, caso en el cual, de una forma que es conocida por sí misma, los nodos pueden gestionar el grupo mediante la implementación, en las pilas de protocolo respectivas, de un protocolo del tipo, por ejemplo, tal como el Protocolo de Gestión de Grupos de Internet (IGMP, *Internet Group Management Protocol*), que se define, por ejemplo, en la dirección de Internet <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc3376>. Con el fin de gestionar el grupo, también es posible que se introduzca una notificación específica, con el fin de notificar el inicio y el final de la participación de cualquier nodo en el grupo 4.

Por ejemplo, la entrada de un nodo 2 en el grupo 4 puede ser notificada por el mismo nodo 2 a través de la transmisión de difusión de un paquete de control correspondiente, al que se hará referencia en lo sucesivo en el presente documento, como el paquete de entrada.

El paquete de entrada contiene una dirección de grupo que identifica el grupo 4, así como un número de secuencia

progresivo, que se incrementa una unidad en cada transmisión de un paquete de entrada. En el caso (que no se muestra) en el que la red de telecomunicaciones móviles 1 contiene más de un grupo, el paquete de entrada contiene las direcciones que identifican la totalidad de los grupos en los que entra el nodo, a las que también se hace referencia como direcciones de grupo.

5 Sobre la base de los paquetes de entrada que se reciben, cada nodo mantiene actualizada una tabla de grupos, en la que el mismo almacena, para cada grupo, la dirección de grupo correspondiente y las direcciones de los nodos miembros. En particular, la actualización de la tabla de grupos puede tener lugar a través de la introducción, para cada artículo de datos que está contenida en la misma, de una temporización de validez, con el borrado de los datos tras la expiración. Como alternativa, es posible que cada nodo, cuando el mismo sale de un grupo, transmita un paquete de salida correspondiente, a través del cual el mismo notifica a los otros nodos su salida del grupo.

15 Para una mayor claridad, en lo sucesivo en el presente documento, también se hace referencia a los nodos 2 como los nodos de grupo 2. Además, se hace una referencia especial a un nodo de origen S, que, meramente a modo de ejemplo, pertenece al grupo 4. Además, se hace referencia a un primer y un segundo nodo de retransmisión R1 y R2, que son vecinos del nodo de origen S y son retransmisores multipunto del nodo de origen S, así como un primer y un segundo nodos de bloque B1 y B2, que se encuentran, ambos, a una distancia de dos saltos del nodo de origen S y son vecinos, de forma respectiva, del primer y el segundo nodos de retransmisión R1 y R2. Más en particular, el primer nodo de retransmisión R1 y el primer y el segundo nodos de bloque B1 y B2 no pertenecen al grupo 4, mientras que el segundo nodo de retransmisión R2 pertenece al grupo 4; además, el primer nodo de bloque B1 es un retransmisor multipunto del primer nodo de retransmisión R1, mientras que el segundo nodo de bloque B2 es un retransmisor multipunto del segundo nodo de retransmisión R2.

25 Sin pérdida alguna de generalidad, también se supone que los nodos realizan este método de comunicación sobre la capa de Protocolo de Internet (IP, *Internet Protocol*) y que, por lo tanto, el tráfico, es decir, los paquetes de control y los paquetes de datos, son del tipo IP. En este caso, cuando un nodo genera (y, en consecuencia, transmite) un paquete, este inserta su dirección de IP, así como su dirección en relación con una capa inferior, tal como su dirección en el formato de dirección de Ethernet de control de acceso a Medios (MAC, *Media access control*), por ejemplo. Además, cuando un nodo genérico retransmite un paquete, este no cambia la dirección de IP del paquete, que indica el nodo a partir del cual se originó el paquete, sino que inserta su propia dirección de MAC, sustituyendo la dirección de MAC que se ha almacenado previamente. Por lo tanto, excepto en donde se especifique otra cosa, y sin pérdida alguna de generalidad, se supone que las direcciones que se mencionan en lo sucesivo en el presente documento, son direcciones de IP.

35 Una vez dicho esto, suponiendo que el nodo de origen S genera un paquete de datos que está dirigido al grupo 4, es decir, que está dirigido a la totalidad de los otros nodos de grupo 2, el mismo transmite el paquete de datos de tal modo que el paquete de datos es recibido y procesado por la totalidad de los nodos vecinos del nodo de origen S. El paquete de datos que es generado por el nodo de origen S contiene la dirección de grupo del grupo 4.

40 Dado cualquier otro nodo de la red de telecomunicaciones móviles 1 que i) recibe el paquete de datos que es transmitido por el nodo de origen S y es un retransmisor multipunto del nodo de origen S, o que ii) recibe un paquete de datos que es transmitido por un modo diferente del del nodo de origen S para retransmitir el paquete de datos que es generado por el nodo de origen S, y es un retransmisor multipunto de este nodo diferente, y haciendo referencia a este otro nodo como el nodo de recepción, este nodo de recepción realiza las siguientes operaciones, con el fin de determinar si retransmitir, o no, el paquete de datos que se recibe. Antes de describir estas operaciones, en lo sucesivo en el presente documento, se hace referencia a un paquete de multidifusión para indicar, indistintamente, el paquete de datos que es transmitido por el nodo de origen S y que está dirigido al grupo 4, o un paquete de datos igual, con respecto al contenido de los datos, al paquete de datos que se transmite a partir del nodo de origen S, pero que es transmitido por un nodo diferente del nodo de origen S, con el fin de retransmitir el paquete de datos que es generado por el nodo de origen S. Además, se hace una referencia genérica al nodo de envío para indicar el nodo que ha transmitido o retransmitido el paquete de multidifusión al nodo de recepción; el nodo de envío es un vecino del nodo de recepción. En lo sucesivo en el presente documento, excepto en donde se especifique otra cosa, también se tiene por objeto que el nodo de recepción sea un retransmisor multipunto del nodo de envío.

55 Una vez dicho esto, de acuerdo con una primera realización que se muestra en la figura 2, y tal como se ha mencionado previamente, el nodo de recepción está configurado, de una forma que es conocida por sí misma, para seleccionar (el bloque 7a) sus repetidores multipunto y para determinar (el bloque 7b) sus selectores de MPR, así como para determinar (el bloque 8), de una forma que es conocida por sí misma, su propia tabla de encaminamiento. Además, el nodo de recepción está configurado para determinar (el bloque 9) su tabla de grupos, es decir, para determinar, para cada grupo, la dirección de grupo correspondiente y las direcciones de los nodos miembros.

65 A continuación de la recepción (el bloque 10) del paquete de multidifusión, que se transmite o que se retransmite a partir del nodo de envío, el nodo de recepción comprueba (el bloque 11) si este es un retransmisor multipunto del nodo de envío, es decir, si el nodo de envío es un selector de MPR del nodo de recepción; además, a pesar de que

no se muestra, el nodo de recepción comprueba que el paquete que se recibe es efectivamente un paquete de datos potencialmente a retransmitir, y no es, por ejemplo, un paquete HELLO.

5 En el caso en el que el nodo de recepción no es un retransmisor multipunto del nodo de envío (la salida NO del bloque 11), este no retransmite el paquete de multidifusión.

10 De lo contrario, si el nodo de recepción es un retransmisor multipunto del nodo de envío (la salida SÍ del bloque 11), el nodo de recepción detecta (el bloque 12) la dirección de grupo que está contenida en el paquete de multidifusión y realiza las operaciones que se describen en lo sucesivo en el presente documento. En este ejemplo, el nodo de recepción detecta la dirección de grupo que identifica el grupo 4.

15 Con detalle, el nodo de recepción selecciona (el bloque 14) cada una de las direcciones (de nodo) que están contenidas en la entrada de su tabla de grupos con una dirección de grupo igual a la dirección de grupo detectada, siendo esta última igual, en este ejemplo, a la dirección de grupo que identifica el grupo 4. En lo sucesivo en el presente documento, se hace referencia a estas direcciones, que están contenidas en la tabla de grupos, como las direcciones de los nodos del grupo. También se debería hacer notar que, en la figura 2, como también en las siguientes figuras, las operaciones se muestran, por razones de simplicidad de representación, en secuencia, a pesar de que algunas operaciones o partes de las mismas se pueden llevar a cabo en un orden al menos parcialmente diferente del que se muestra; dicho de otra forma, los diagramas de flujo que se muestran en la figura 2 y en las figuras sucesivas son meramente cualitativos.

20 Tal como se muestra en la figura 3, dada una primera dirección que se selecciona de entre las direcciones de los nodos del grupo, el nodo de recepción selecciona (el bloque 20) la entrada en su tabla de encaminamiento con una dirección de destino igual a esta primera dirección seleccionada y, a continuación, comprueba (el bloque 22) si la dirección de salto siguiente de la entrada seleccionada es igual a la dirección del nodo de envío, caso en el cual el nodo de recepción selecciona una dirección sucesiva de entre las direcciones que se han mencionado en lo que antecede de los nodos del grupo y repite las operaciones en los bloques 20 y 22.

30 En la práctica, dada una dirección que se selecciona de entre las direcciones de los nodos del grupo y que indica el nodo cuya dirección se almacena como la dirección de salto siguiente en la entrada en la tabla de encaminamiento con la dirección de destino igual a la dirección seleccionada dada como el salto siguiente correspondiente, el nodo de recepción comprueba (el bloque 30, la figura 4) una primera condición de bloque, es decir, este comprueba si la totalidad de los saltos siguientes que se corresponden con las direcciones de los nodos del grupo son iguales a la dirección del nodo de envío. Si esto es cierto (la salida SÍ del bloque 30), el nodo de recepción no retransmite el paquete de multidifusión, de lo contrario (la salida NO del bloque 30) el nodo de recepción retransmite el paquete de multidifusión, de tal modo que el mismo sigue conteniendo la dirección de grupo del grupo 4.

40 Con referencia específica al ejemplo que se muestra en la figura 1, si el nodo de recepción es uno del primer y el segundo nodos de retransmisión R1 y R2, el mismo retransmite el paquete de multidifusión, de la misma forma que tiene lugar en el protocolo de SMF. En su lugar, si el nodo de recepción es uno del primer y el segundo nodos de bloque B1 y B2, este no retransmite el paquete de multidifusión. De hecho, si el nodo de recepción es, como alternativa, igual al primer o el segundo nodo de bloque B1 o B2, este tiene una tabla de encaminamiento de tal modo que la dirección de salto siguiente de la totalidad de las entradas en relación con los destinos que pertenecen al grupo 4 es igual, de forma respectiva, a la dirección del primer, o el segundo nodo de retransmisión R1 o R2; en ambos casos, la dirección de salto siguiente se corresponde, por lo tanto, con el nodo a partir del cual el nodo de recepción ha recibido el paquete de multidifusión. De esta forma, se evita la retransmisión inútil de un paquete de multidifusión a áreas de la red de telecomunicaciones móviles 1 que no forman parte del grupo 4.

50 De acuerdo con una realización diferente, que se describe en lo sucesivo en el presente documento, y haciendo aún referencia, meramente a modo de ejemplo, al nodo de origen S, la información que está contenida en su tabla de encaminamiento se puede usar con el fin de optimizar adicionalmente el flujo de multidifusión.

55 Tal como se muestra en la figura 5, el nodo de origen S genera (el bloque 40) el paquete de multidifusión y, entonces, transmite el paquete de multidifusión, de tal modo que el mismo contiene un campo de tiempo de vida (TTL, *time-to-live*), en el que se encuentra presente un contador de TTL. En particular, el nodo de origen S establece inicialmente el contador de TTL igual a un valor inicial TTL_IN, de tipo entero, por ejemplo.

60 Cuando el nodo de recepción recibe el paquete de multidifusión, si no se respeta la primera condición de bloque (la salida NO del bloque 30), el nodo de recepción comprueba (el bloque 42) si se respeta una segunda condición de bloque, siendo esta que el contador de TTL que está contenido en el paquete de multidifusión recibido sea menor que uno, es decir, cero. Si el contador de TTL que está contenido en el paquete de multidifusión recibido es menor que uno (la salida SÍ del bloque 42), el nodo de recepción no retransmite el paquete de multidifusión; de lo contrario (la salida NO del bloque 42), el nodo de recepción, que es un retransmisor multipunto del nodo de envío, retransmite (el bloque 44) el paquete de multidifusión, después de haber decrementado el contador de TTL una unidad. Se debería hacer notar que, por razones de simplicidad de representación, en la figura 5 ya no se muestran las operaciones que se han realizado antes del bloque 30, aparte de las operaciones que se han mencionado en lo que

antecede en el bloque 40.

De lo anterior se desprende que, si se respeta al menos una de la primera y la segunda condiciones de bloque, el nodo de recepción no retransmite el paquete de multidifusión, es decir, el mismo bloquea la retransmisión. Además, en cada retransmisión sucesiva del paquete de multidifusión, el valor del contador de TTL cae una unidad. Cuando el nodo de recepción que se ha mencionado en lo que antecede recibe un paquete de multidifusión que contiene un contador de TTL igual a cero, este no retransmite el paquete de multidifusión, con independencia de que se respete la primera condición de bloque.

Desde un punto de vista diferente, y con referencia, por razones de simplicidad, a la red de telecomunicaciones móviles 1 que se muestra en la figura 1, el nodo de recepción comprueba si se respeta una condición de retransmisión, comprendiendo la misma:

- i) el hecho de que existe al menos una dirección entre las direcciones de los nodos del grupo 4 (que están almacenadas en la tabla de grupos del nodo de recepción) con lo cual la entrada de la tabla de encaminamiento del nodo de recepción que incluye una dirección de nodo de destino igual a esta al menos una dirección contiene una dirección de nodo de salto siguiente que pertenece a un nodo diferente del nodo de envío; y
- ii) el hecho de que el contador de TTL que está contenido en el paquete de multidifusión que es transmitido por el nodo de envío es más grande que o igual a un valor límite, siendo este último, por ejemplo, igual a uno.

Además, el nodo de recepción retransmite el paquete de multidifusión solo si se cumple la condición de retransmisión que se ha mencionado en lo que antecede.

Con aún más detalle, el nodo de origen S elige el valor inicial TTL_IN con el fin de posibilitar la recepción del paquete de multidifusión por el nodo de grupo 2 lo más lejos del nodo de origen S. Para este fin, dada una máxima distancia posible dm_{\max} entre cualquier nodo de grupo 2 y el nodo de origen S, estando prevista esta distancia como un número de saltos, el nodo de origen S establece el valor inicial TTL_IN de tal modo que la relación $TTL_IN \geq dm_{\max}$ es cierta. Por ejemplo, se puede aplicar la relación $TTL_IN = dm_{\max} + 1$, con el fin de asegurar un margen de seguridad y posibilitar que se alcance incluso un posible nodo de grupo que se ha alejado durante la difusión del paquete de multidifusión debido a una alta movilidad.

Con referencia al ejemplo que se muestra en la figura 1, cada nodo de grupo 2 se encuentra a una distancia de más de dos saltos del nodo de origen S y, por lo tanto, se cumple la relación $TTL_IN \geq 2$.

Las ventajas que se pueden lograr con este método de comunicación se manifiestan claramente a partir de la descripción anterior. En particular, este método de comunicación implementa un protocolo de encaminamiento del tipo "basado en malla". Por lo tanto, este método de comunicación posibilita limitar la difusión de un flujo de multidifusión en áreas de la red en las que no haya nodo alguno que pertenezca al grupo, sin recurrir a una distribución en árbol, la cual es, en sí misma, susceptible a cambios topológicos en la red. A la inversa, este método de comunicación contempla hacer uso de métricas locales, aprovechar información ya presente dentro de los nodos, con el fin de posibilitar que los retransmisores multipunto decida si reenviar, o no, tráfico de multidifusión.

En la práctica, para la retransmisión de los paquetes de datos, este método de comunicación contempla usar subsistemas de retransmisores multipunto y, en particular, retransmisores multipunto que están situados en torno a unas trayectorias de unidifusión que están situadas entre el nodo de origen y los posibles nodos de destino.

Por último, resulta evidente que se pueden hacer modificaciones y variantes a este método de comunicación, sin apartarse del alcance de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, la información que está contenida en las tablas y en las entradas que se mencionan en la descripción, así como en el interior de los paquetes de control, se puede organizar de forma diferente con respecto a lo que se ha descrito; además, parte de esta información se puede encontrar ausente. Los formatos reales en los que se almacenan las direcciones pueden variar de nodo a nodo y / o de tabla a tabla, sin que esto implique ruptura alguna en la correspondencia entre cada nodo y la dirección que lo identifica.

Además, en general y tal como se ha mencionado previamente, las operaciones descritas se pueden llevar a cabo en un orden diferente con respecto a lo que se ha descrito; meramente a modo de ejemplo, es posible que las comprobaciones en los bloques 42 y 30 se realicen en orden inverso con respecto a lo que se muestra en la figura 5 y, por lo tanto, que la comprobación en el bloque 30 y las operaciones asociadas solo se realicen si el contador de TTL que está contenido en el paquete de multidifusión recibido es más grande que o igual a uno. Además, algunas de las operaciones que se muestran en una secuencia se pueden realizar sustancialmente al mismo tiempo. Además, algunas operaciones se repiten con el tiempo.

Tal como se ha mencionado previamente, también puede haber numerosos grupos en la red de telecomunicaciones móviles 1.

Además, dentro de cada grupo, la transmisión de los paquetes de datos tiene lugar de acuerdo con el protocolo de SMF convencional y, por lo tanto, tal como se ha mencionado previamente, se pueden adoptar tipos conocidos de técnicas para detectar paquetes de datos duplicados, con el fin de evitar retransmisiones inútiles y la formación de bucles.

5 También es posible que el método de comunicación se implemente, por ejemplo, íntegramente en la capa de MAC, sin recurrir a capas superiores.

10 De forma similar, es posible que el paquete de multidifusión no sea un paquete de datos, sino un paquete de control, por ejemplo.

Además, a pesar de que esto puede dar lugar a un aumento en el tráfico, es posible que, dado cualquier nodo, la totalidad de sus nodos vecinos sean retransmisores multipunto de este nodo, caso en el cual el nodo de recepción no realiza las comprobaciones en el bloque 11.

15 Por último, este método de comunicación también se puede adoptar en el caso en el que los nodos son fijos y, por lo tanto, la red no es del tipo móvil.

REIVINDICACIONES

1. Un método de comunicación del tipo Reenvío de Multidifusión Simple, SMF, para una red (1) que incluye una pluralidad de nodos (2), que forman al menos un grupo de multidifusión, comprendiendo dicho método las etapas, realizadas por un primer nodo, de:
- determinar (7a), de entre los nodos vecinos, un conjunto respectivo de retransmisores multipunto;
 - determinar (7b), de entre los nodos vecinos, los nodos para los cuales el primer nodo es un retransmisor multipunto respectivo;
 - determinar (8) una tabla de encaminamiento respectiva, que está formada por una pluralidad de entradas, comprendiendo cada entrada un identificador de un nodo de destino correspondiente y un identificador de un nodo de salto siguiente, siendo, dicho nodo de salto siguiente, vecino del primer nodo y siendo un retransmisor multipunto del primer nodo, y estando conectado el nodo de destino con el primer nodo a través del nodo de salto siguiente;
- comprendiendo adicionalmente dicho método las etapas, realizadas por el primer nodo, de:
- determinar (9) un conjunto de identificadores de los nodos que pertenecen al grupo de multidifusión; y
 - recibir (10) un paquete de multidifusión que es enviado por un nodo de envío vecino del primer nodo, y que contiene un contador;
- comprendiendo adicionalmente dicho método, si el primer nodo es un retransmisor multipunto del nodo de envío, realizar, por el primer nodo, una etapa de comprobar (22, 30, 42):
- si existe al menos un identificador de nodo que pertenece al grupo de multidifusión para el cual la entrada de tabla de encaminamiento del primer nodo que incluye un identificador de nodo de destino que se corresponde con dicho al menos un identificador contiene un identificador de nodo de salto siguiente que se corresponde con el identificador de un nodo diferente del nodo de envío; y
 - si el contador que está contenido en el paquete de multidifusión recibido respeta una relación matemática previamente determinada con un valor límite;
- comprendiendo adicionalmente dicho método, si el primer nodo es un retransmisor multipunto del nodo de envío, determinar (30; 42), por el primer nodo, si realizar una etapa de retransmitir (44) el paquete de multidifusión, sobre la base del resultado de dicha etapa de comprobación;
- estando dicho método **caracterizado por que** el mismo comprende adicionalmente la etapa de retransmitir (44) el paquete de multidifusión, si la ejecución de la etapa de retransmisión se ha determinado, comprendiendo dicha etapa de retransmisión retransmitir el paquete de multidifusión por el primer nodo de tal modo que el valor del contador que está contenido en el paquete de multidifusión retransmitido es diferente del valor del contador que está contenido en el paquete de multidifusión recibido.
2. El método de comunicación de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente la etapa de generar (40), por un nodo de origen (S), el paquete de multidifusión de tal modo que el contador del paquete de multidifusión generado es igual a un valor inicial que es una función de la distancia máxima entre dicho nodo de origen y cualquiera de los nodos del grupo de multidifusión.
3. El método de comunicación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente la etapa de comprobar (11), por el primer nodo, si este es un retransmisor multipunto del nodo de envío.
4. Un nodo para una red (1) que incluye una pluralidad de nodos (2), que forman al menos un grupo de multidifusión, estando dicho nodo configurado para implementar un método de comunicación del tipo Reenvío de Multidifusión Simple, SMF, y que comprende:
- una unidad de selección de retransmisión (7a) que está configurada para determinar, de entre los nodos vecinos de dicho nodo, un conjunto de retransmisores multipunto;
 - una unidad de selección de selector (7b) que está configurada para determinar, de entre los nodos vecinos, los nodos para los cuales el nodo es un retransmisor multipunto respectivo;
 - una unidad de encaminamiento (8) que está configurada para determinar una tabla de encaminamiento, que está formada por una pluralidad de entradas, comprendiendo cada entrada un identificador de un nodo de destino correspondiente y un identificador de un nodo de salto siguiente, siendo, dicho nodo de salto siguiente, vecino del nodo y siendo un retransmisor multipunto del nodo, y estando conectado el nodo de destino con el nodo a través del nodo de salto siguiente;
 - una unidad de multidifusión (9) que está configurada para determinar un conjunto de identificadores de los nodos que pertenecen al grupo de multidifusión;
 - un receptor (10) que está configurado para recibir un paquete de multidifusión que es enviado por un nodo de envío vecino de dicho nodo y que contiene un contador;

- una unidad de comprobación (22, 30, 42) que está configurada para comprobar, si dicho nodo es un retransmisor multipunto del nodo de envío, si:

5 - existe al menos un identificador de un nodo que pertenece al grupo de multidifusión para el cual la entrada de tabla de encaminamiento de dicho nodo que incluye un identificador de nodo de destino que se corresponde con dicho al menos un identificador contiene un identificador de nodo de salto siguiente que se corresponde con el identificador de un nodo diferente del nodo de envío; y

10 - el contador que está contenido en el paquete de multidifusión recibido respeta una relación matemática previamente determinada con un valor límite; y

15 - una unidad de determinación (30; 42) que está configurada para determinar si realizar la retransmisión del paquete de multidifusión, sobre la base del resultado de la comprobación realizada por la unidad de comprobación;

estando dicho nodo **caracterizado por que** el mismo comprende adicionalmente una unidad de retransmisión (44) que está configurada para retransmitir dicho paquete de multidifusión, si la ejecución de la etapa de retransmisión se ha determinado, de tal modo que el valor del contador que está contenido en el paquete de multidifusión retransmitido es diferente del valor del contador que está contenido en el paquete de multidifusión recibido.

20 5. El nodo de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende adicionalmente un generador (40) que está configurado para generar un nuevo paquete de multidifusión de tal modo que este contiene un contador respectivo igual a un valor inicial, que es una función de la distancia máxima entre dicho nodo y cualquiera de los nodos del grupo de multidifusión.

25 6. El nodo de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, que comprende adicionalmente una unidad de control (11) que está configurada para comprobar si dicho nodo es un retransmisor multipunto del nodo de envío.

30 7. Un producto de soporte lógico que se puede cargar en una memoria de un nodo para una red de telecomunicaciones (1) y que está configurado para implementar, cuando se ejecuta, el método de comunicación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

8. Una red de telecomunicaciones (1) que comprende una pluralidad de nodos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6.

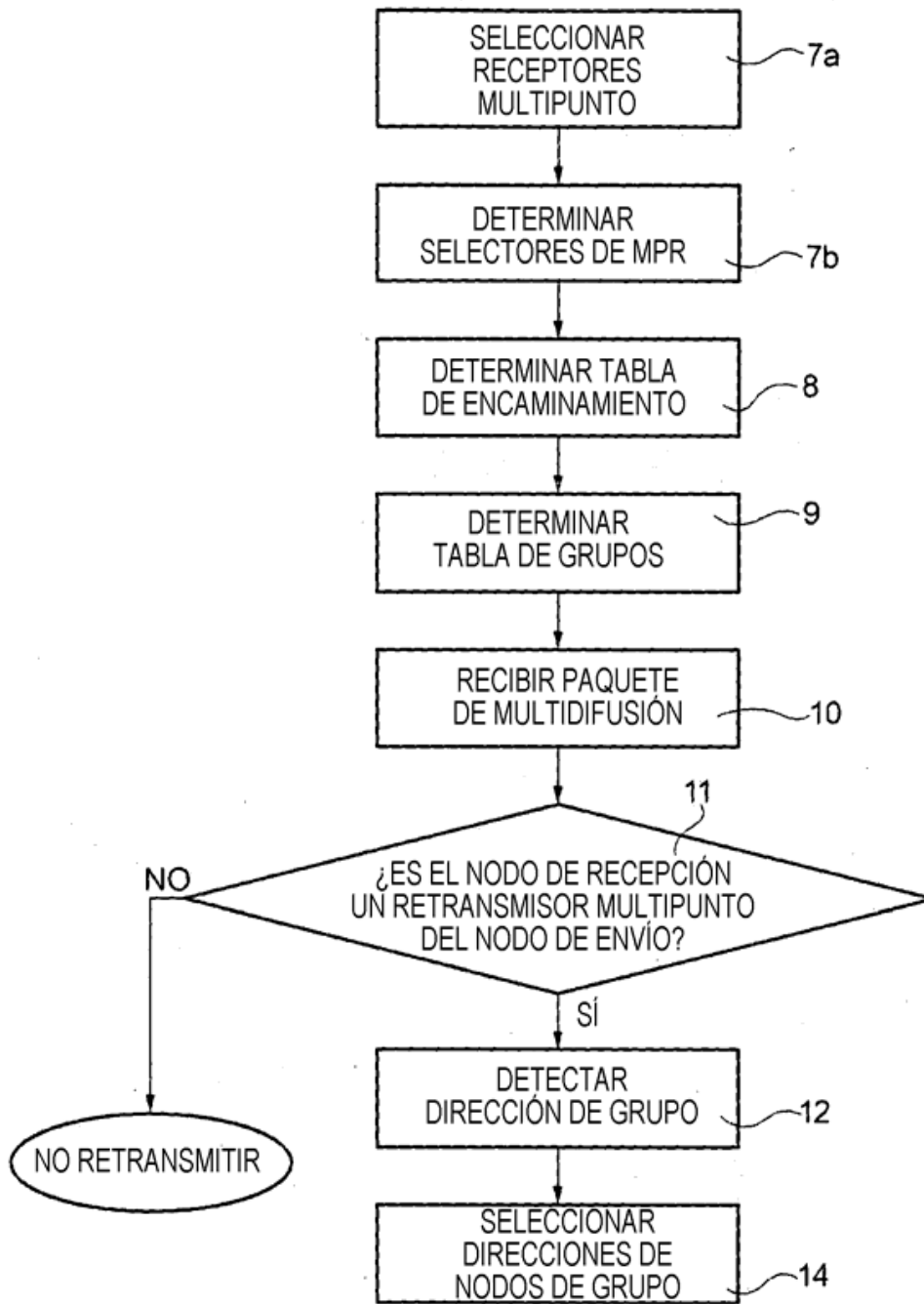


FIG. 2

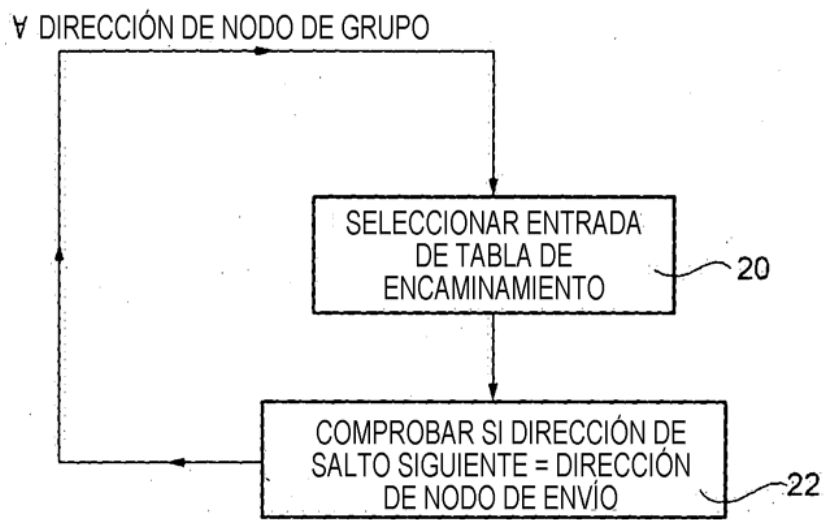


FIG. 3

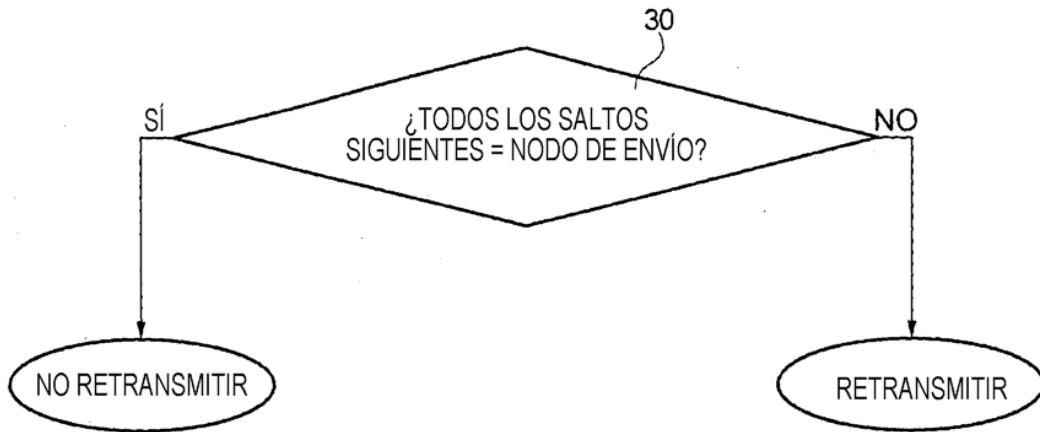


FIG. 4

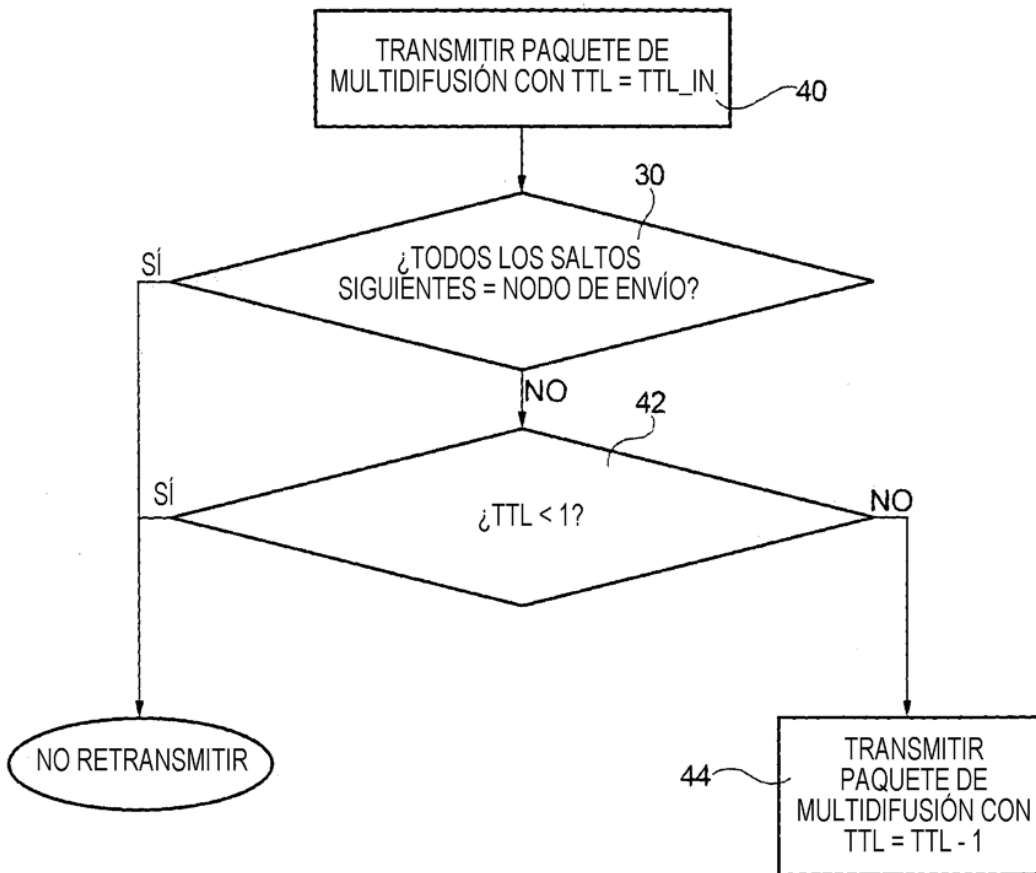


FIG. 5