

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 413**

51 Int. Cl.:

H04W 40/16 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2010 E 10290677 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2015 EP 2469929**

54 Título: **Procedimiento para gestionar nodos potencialmente perturbadores en una red ad hoc móvil**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.10.2015

73 Titular/es:

THALES (16.7%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly-sur-Seine, FR;
INDRA (16.7%);
ELEKTROBIT WIRELESS COMMUNICATIONS
LTD. (16.7%);
SELEX COMMUNICATIONS (16.7%);
SAAB (16.7%) y
RADMOR (16.7%)

72 Inventor/es:

JOLY, ANTOINE;
MASSIN, RAPHAEL y
FACHAU, LAURENT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 547 413 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 para gestionar nodos potencialmente perturbadores en una red ad hoc móvil

La presente invención se refiere a un procedimiento para gestionar nodos potencialmente perturbadores en una red ad hoc móvil, un nodo y una red. La invención es aplicable, en particular pero no de forma exclusiva, a las redes ad hoc.

Una red MANET (red ad hoc móvil) es un tipo de red ad hoc que tiene la capacidad de reconfigurarse a sí mismo y de cambiar ubicaciones. Una red de este tipo está compuesta por una pluralidad de nodos de comunicaciones móviles que son capaces de recibir / transmitir datos, uno de / a otro.

En la presente memoria descriptiva, la expresión nodo abarca equipos que pueden transmitir y recibir en un canal de radio seleccionado.

La expresión datos abarca la señalización o el tráfico de usuario o cualquier tipo de tráfico.

Una red MANET puede usar un único canal de radio o una pluralidad de canales de radio. Las comunicaciones de datos se transmiten por lo general en intervalos de tiempo, estando definido un intervalo de tiempo por su tiempo de transmisión y su duración.

Un intervalo de tiempo que es usado por un nodo dado para transmitir en un canal de radio dado puede reutilizarse en la transmisión en el mismo canal de radio por otros nodos si estos se encuentran lo bastante lejos y, por lo tanto, no interfieren.

Varios nodos que pertenecen a una red MANET pueden tener un impacto negativo sobre la calidad de funcionamiento debido a su amplia conectividad en comparación con el promedio de red. Un nodo con una amplia conectividad es un nodo que puede comunicarse con muchos otros nodos.

Esto es debido a las condiciones de buena propagación y / o a una ubicación favorable del nodo entre otros nodos en la red.

Este tipo de nodo se denomina nodo potencialmente perturbador (nodo PDN). Por ejemplo, un nodo con una ubicación de altitud elevada puede considerarse como un nodo PDN.

La preocupación principal acerca de los nodos PDN está vinculada con su gran número de vecinos. De hecho, los nodos PDN pueden reducir la cantidad de reutilización espacial de intervalos que podría tener lugar en una red si estos nodos PDN no se encontraran presentes. Además, los nodos PDN pueden volverse cuellos de botella de encaminamiento si estos tienen que retransmitir demasiados datos.

En el artículo planificación de TDMA de difusión basada en la posición para redes ad hoc móviles (MANETS) con nodos no privilegiados, escrito por K. Amouris, IEEE, octubre de 2005, se propone una solución a el problema de la reutilización espacial debido a los nodos PDN. En este artículo, los nodos PDN se denominan nodos privilegiados. Esos nodos tienen un gran alcance de transmisión / recepción. Debido a su número aumentado de vecinos, la cantidad de reutilización espacial de intervalos que puede tener lugar en una MANET puede reducirse de forma significativa. La solución propuesta se basa en el hecho de que cada nodo en la red está equipado con un receptor de GNSS o algún otro sistema de coordenadas terrestres a través de mediciones de Tiempo de Llegada (TOA). Se usa una cuadrícula espacial, delimitando la dicha cuadrícula una zona geográfica virtual, y cada nodo de la red pertenece a un cuadrado de esa cuadrícula. Esto posibilita la utilización de un tipo de acceso de TDMA espacial, que es la adaptación de TDMA para las redes ad hoc móviles y la reutilización espacial de intervalos. Una desventaja de esta solución es que la totalidad de los nodos de la red han de estar equipados con un sistema por satélite de navegación global (GNSS). Además, la solución no es satisfactoria, debido a que los nodos privilegiados solo tienen un intervalo dedicado para transmitir por ciclo de transmisión y estos han de compartir este de una forma cíclica por turnos. La limitación sobre el uso de un intervalo para las transmisiones de nodos privilegiados a nodos no privilegiados puede crear situaciones de cuello de botella. El documento "An Integrated Scheme for Fully-Directional Neighbour Discovery and Topology Management in Mobile Ad hoc Networks" de Gelal y col. IEEE, 2006 divulga la reducción de la conectividad solo mediante la conexión a un subconjunto de nodos vecinos, teniendo los nodos seleccionados unas separaciones angulares elevadas.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento para gestionar comunicaciones de nodos en una red ad hoc móvil en la que por lo menos un nodo en la dicha red realiza las siguientes etapas:

- identificar si este es un nodo potencialmente perturbador (PDN) o un nodo no PDN, siendo un nodo PDN un nodo que tiene un número de nodos vecinos a 1 salto conectados más grande que un valor predeterminado K ;
- cuando el nodo es identificado como un nodo PDN, seleccionar un subconjunto de sus nodos vecinos a 1 salto, siendo los nodos seleccionados los únicos nodos vecinos a 1 salto que se permite que se comuniquen directamente con el nodo PDN, denominándose los nodos seleccionados Nodos Puente, denominándose los nodos no BN Nodos Ordinarios, siendo los dichos nodos RN capaces de comunicarse con nodos PDN por medio

de los nodos BN seleccionados, estando los nodos BN distribuidos de manera uniforme de tal modo que los nodos RN pueden alcanzar nodos PDN a través de nodos BN con un número máximo conocido de saltos, seleccionándose los nodos BN de tal modo que un nodo BN no tiene nodo BN alguno en su vecindario a β saltos conectado, siendo β un parámetro configurable.

5 Por ejemplo, un nodo es identificado como un nodo PDN si su número de vecinos a 1 salto es α veces más grande que el número medio de vecinos a 1 salto de sus vecinos a 1 salto, siendo α un valor real predeterminado con $\alpha > 1$.

Por ejemplo, el valor entero predeterminado K se elige como $K \geq 3$.

De acuerdo con un aspecto complementario, la identificación de nodos PDN y la selección de nodos BN se realizan de forma periódica.

10 Preferentemente, la identificación de nodos PDN y la selección de nodos BN se realizan cada vez que está cambiando el número de vecinos a 1 salto y / o a 2 saltos de un nodo.

Por ejemplo, un nodo PDN vuelve a un estatus de no PDN si no se satisface por lo menos una de las dos condiciones siguientes:

•
$$T < K'$$

15 •
$$f = \frac{T}{M} < \alpha'$$

con $\alpha' > 1$ en las que:

K' es un valor entero predeterminado que puede ser diferente de K con $3 \leq K' \leq K$;
 α' es un valor real predeterminado que puede ser diferente de α con $1 < \alpha' \leq \alpha$.

20 De acuerdo con la presente invención, también se proporciona un nodo que pertenece a una red ad hoc móvil que comprende unos medios para implementar el procedimiento que se ha descrito en lo que antecede.

Preferentemente, el dicho nodo comprende un módulo de Control de Topología de PDN, siendo el dicho módulo capaz de realizar enlaces entre un nodo PDN y sus nodos RN no atribuibles para un intercambio de datos, a fin de disminuir el alto número de enlaces atribuibles para un intercambio de datos entre un PDN y sus vecinos a 1 salto conectados. De acuerdo con la presente invención, también se proporciona una red ad hoc móvil que comprende una pluralidad de nodos tal como se ha descrito en lo que antecede.

25

Diversos aspectos y características adicionales de la invención se definen en las reivindicaciones adjuntas.

A continuación se describirán realizaciones de la invención solo a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 30
- la figura 1 es una representación esquemática de una red ad hoc móvil;
 - la figura 2 es una ilustración de cómo se identifica un nodo PDN en un ejemplo de topología de red;
 - la figura 3 muestra una configuración de red ad hoc sin usar la invención;
 - la figura 4 muestra la misma configuración de red ad hoc con el parámetro β igual a 1;
 - la figura 5 muestra la misma configuración de red ad hoc con el parámetro β igual a 2.

35 La figura 1 es una representación esquemática de una red ad hoc móvil. Esta red comprende una pluralidad de nodos. Estos nodos de comunicaciones radioeléctricas son, por ejemplo, los teléfonos móviles 104, 105, 106, los ordenadores portátiles 101, 102, 103, las tabletas electrónicas 107, 108, 109 o el vehículo aéreo no tripulado (UAV) 100. De forma más general, un nodo es un equipo que comprende unos medios para transmitir / recibir datos en un canal de radio seleccionado a / de otros nodos de la red.

40 En el ejemplo de la figura 1, el UAV 100 es capaz de transmitir / recibir datos a / de otros 6 nodos directamente 101, 103, 105, 107, 108, 109. Los nodos vecinos que pueden ser alcanzados directamente sin el uso de otro nodo se denominan nodo vecino a 1 salto. Un nodo que necesita n nodos de retransmisión para alcanzarlo se denomina nodo vecino a n saltos.

45 El procedimiento propuesto se dirige a la identificación de nodos potencialmente perturbadores (PDN), que tienen un impacto negativo sobre la calidad de funcionamiento en las redes MANET, debido a una amplia conectividad en comparación con el promedio de red. Entonces, los nodos PDN identificados están atribuyendo un estatus a sus nodos vecinos a fin de optimizar la reutilización espacial de intervalos y el encaminamiento en la red.

Por lo tanto, el procedimiento propuesto comprende dos etapas: una primera etapa que se dirige a la identificación de nodos PDN en la red ad hoc y una segunda etapa que se dirige a la optimización de la reutilización espacial de intervalos y el encaminamiento en la red.

La primera etapa se describe en lo sucesivo en el presente documento. Por ejemplo, cada nodo comprende unos medios para la auto-identificación. Esos medios permiten que un nodo descubra y decida por sí mismo si este es, o no, un nodo PDN.

5 La etapa de identificación de PDN se basa en el hecho de que un nodo PDN tiene muchos vecinos a 1 salto y que un nodo no PDN tiene menos vecinos a 1 salto que un PDN. En una realización preferida, un nodo necesita saber su vecindario a 2 saltos a fin de aplicar el procedimiento.

Un nodo dado es identificado como un nodo PDN si este satisface la primera o la primera y la segunda condición que se describen en lo sucesivo en el presente documento. En una realización preferida, un nodo dado es identificado como un nodo PDN si este satisface esas dos condiciones conjuntamente.

10 La primera condición es que el nodo tenga por lo menos K vecinos a 1 salto, siendo K un valor entero predeterminado. Este valor puede elegirse tal como $K \geq 3$.

15 La segunda condición es que el número de vecinos a 1 salto del nodo sea α veces más grande que el número medio de vecinos a 1 salto de sus vecinos a 1 salto, siendo α un valor real predeterminado que se elige tal como $\alpha > 1$. Esta segunda condición es útil en particular en redes de alta densidad debido a que esta permite la identificación de los nodos más perturbadores.

En lo sucesivo, H_i designa el vecino a 1 salto i -ésimo del nodo A , siendo el nodo A un nodo de red que estima su estatus mediante el uso del procedimiento propuesto.

El número medio M de vecinos a 1 salto de los vecinos a 1 salto del nodo A puede estimarse mediante el uso de la siguiente expresión:

$$20 \quad M = \frac{\sum_{i=1}^T N_i}{T} \quad (1)$$

en la que:

T representa el número de vecinos a 1 salto del nodo A ;
 N_i representa el número de vecinos a 1 salto del nodo H_i .

25 Tal como se ha explicado previamente, el nodo A es identificado como un nodo PDN, si se satisfacen las dos condiciones siguientes:

$$T \geq K \quad (2)$$

$$f = \frac{T}{M} \geq \alpha, \text{ con } \alpha > 1 \quad (3)$$

Por el contrario, un nodo PDN vuelve a un estatus de no PDN si no se satisface por lo menos una de las dos condiciones siguientes:

$$30 \quad T < K \quad (4)$$

$$f = \frac{T}{M} < \alpha', \text{ con } \alpha' > 1 \quad (5)$$

en las que:

K' es un valor entero predeterminado que puede ser diferente de K . Este puede elegirse tal como $3 \leq K' \leq K$;
 α' es un valor real predeterminado que puede ser diferente de α . Este puede elegirse tal como $1 < \alpha' \leq \alpha$.

35 Si los parámetros K' y α' se eligen tal como $K' = K$ y $\alpha' = \alpha$, no hay histéresis alguna. La ventaja de tener una histéresis es que, en este caso, un nodo no conmuta del estatus de PDN al de no PDN y del estatus de no PDN al de PDN demasiado a menudo en el caso de unos cambios de vecindario frecuentes. Este es el caso, por ejemplo, cuando K' y α' se eligen tal como $3 \leq K' \leq K$ y $1 < \alpha' \leq \alpha$.

La figura 2 es una ilustración de cómo se identifica un nodo PDN en un ejemplo dado de topología de red.

40 El ejemplo de la figura 2 comprende 10 nodos, estando asociado cada nodo a un identificador de nodo, siendo un identificador de nodo en el presente caso un número entero que está comprendido entre 1 y 10. Si dos nodos están conectados, en concreto estos son capaces de comunicarse directamente, lo que quiere decir que estos se encuentran dentro del alcance de radio, se traza una línea recta entre los mismos. Por ejemplo, los dos nodos que

están asociados con unos identificadores N° 1 y N° 6 están conectados. Por consiguiente, los está conectando una línea 200.

5 Cada nodo de la red actualizará su estatus, lo que quiere decir que este determinará si el mismo es un nodo PDN o un nodo no PDN. Esta actualización puede realizarse de forma periódica. Como alternativa, la actualización de estatus puede realizarse cada vez que está cambiando el número de vecinos a 1 salto o a 2 saltos.

Para cada nodo de este ejemplo de red, el identificador de los vecinos a 1 salto y el número total de sus vecinos a 1 salto se enumeran en la tabla 1.

Tabla 1: vecinos a 1 salto

Id de nodo	Id de vecinos a 1 salto	T (número de vecinos a 1 salto)
N° 1	N° 2, N° 3, N° 4, N° 5, N° 6, N° 7, N° 8, N° 9, N° 10	9
N° 2	N° 1, N° 3, N° 4, N° 5, N° 6, N° 7, N° 9, N° 10	8
N° 3	N° 1, N° 2	2
N° 4	N° 1, N° 2, N° 8	3
N° 5	N° 1, N° 2	2
N° 6	N° 1, N° 2, N° 9	3
N° 7	N° 1, N° 2	2
N° 8	N° 1, N° 4	2
N° 9	N° 1, N° 2, N° 6	3
N° 10	N° 1, N° 2	2

10 En este ejemplo, K y α se eligen tal como sigue: $K = 3$ y $\alpha = 1,8$. El nodo N° 1 determinará si este es un nodo PDN. El mismo tiene 9 vecinos a un salto, por lo tanto $T = 9$. El número medio de vecinos a 1 salto de sus vecinos a 1 salto es igual a:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^9 N_i}{T} = \frac{8+2+3+2+3+2+2+3+2}{9} = \frac{27}{9} = 3 \quad (6)$$

Por consiguiente, el factor f es igual a:

$$\frac{T}{M} = \frac{9}{3} = 3. \quad (7)$$

15 En este ejemplo, el nodo N° 1 es identificado como un nodo PDN debido a que $f > \alpha = 1,8$.

Mediante la aplicación del mismo algoritmo para el resto de los nodos, se obtiene que el nodo N° 2 es un nodo PDN y que los nodos N° 3, N° 4, N° 5, N° 6, N° 7, N° 8, N° 9 y N° 10 son unos nodos no PDN.

En una realización preferida, un nodo se vuelve un nodo PDN si las dos condiciones que se han mencionado en lo que antecede se satisfacen a lo largo de una duración predeterminada.

20 Una vez que un nodo de red se ha vuelto un nodo PDN, se actualiza la configuración de encaminamiento de red. Esta es la segunda etapa del procedimiento de acuerdo con la invención. Se permite que los nodos PDN se comuniquen solo en intervalos de tiempo con un subconjunto de nodos seleccionados a fin de disminuir el alto número de enlaces entre un PDN y sus vecinos a 1 salto. Los nodos elegidos se denominan Nodos Puente (nodos BN). Un nodo no BN se considera como un Nodo Ordinario (nodo RN) por el nodo PDN.

25 El fin es mejorar la reutilización espacial de intervalos y, de este modo, la capacidad de red, y también reducir las cuestiones de cuellos de botella de encaminamiento en los PDN.

A fin de resumir, un nodo puede tener tres tipos de estatus:

- un nodo puede tener un estatus de nodo potencialmente perturbador (nodo PDN);
 - un nodo puede tener un estatus de Nodo Ordinario (nodo RN);
 - un nodo puede tener un estatus de Nodo Puente (nodo BN).
- 30

El estatus de PDN tiene prioridad frente a los otros estatus.

Un nodo RN no puede comunicarse con un nodo PDN. Solo un nodo BN puede comunicarse directamente con un nodo PDN.

Cuando un nodo se activa, este se inicializa como un nodo RN.

5 El sistema funciona tal como se describe en lo sucesivo en el presente documento. Una vez que un nodo tiene el estatus de PDN, este decide cuales de sus vecinos a 1 salto son nodos BN.

En una realización preferida, los nodos BN están distribuidos de manera uniforme, de tal modo que los nodos RN pueden alcanzar nodos PDN a través de nodos BN de forma más eficiente, con un número máximo conocido de saltos.

10 La figura 3 muestra una configuración de red ad hoc sin usar la invención. Esta configuración comprende un nodo A que será identificados adicionalmente como un nodo PDN y otros 10 nodos B, C, D, E, F, G, H, I, J y K.

Tal como se ha explicado previamente, se permite que un nodo PDN se comunique solo con algunos de sus vecinos a 1 salto conectados, que se denominan Nodos Puente, y no es se permite que se comunique con el resto de sus vecinos a 1 salto conectados, en concreto los nodos RN.

15 Cada nodo PDN identifica sus propios BN y nodos RN. Un nodo PDN comprende un módulo de Control de Topología de PDN que consiste en realizar enlaces entre un nodo PDN y sus nodos RN no atribuibles para un intercambio de datos, a fin de disminuir el alto número de enlaces atribuibles para un intercambio de datos entre un PDN y sus vecinos a 1 salto conectados. Este permite mejorar la reutilización espacial de los intervalos de tiempo y la capacidad de datos. Adicionalmente, pueden solucionarse las cuestiones de cuellos de botella de encaminamiento, en particular para redes de pequeño tamaño.

20 El Control de Topología de PDN puede realizarse solo por nodos PDN. Adicionalmente, el Control de Topología de PDN solo es de aplicación a los enlaces entre un PDN y a sus vecinos a 1 salto conectados.

Cada PDN identifica sus propios nodos BN y nodos RN, con independencia de los nodos BN y RN identificados por otros nodos PDN potencialmente presentes en la red. Por ejemplo, esta selección puede realizarse de acuerdo con las dos reglas siguientes:

- 25
- regla 1: un nodo BN no puede tener un nodo BN en su vecindario a β saltos conectado;
 - regla 2: cada nodo RN tiene por lo menos un BN en su vecindario a β saltos conectado.

El vecindario conectado que se considera para estas dos reglas es el que carece de PDN. Esto quiere decir que, si dos nodos BN son vecinos a 2 saltos conectados a través de un PDN, esto no es una violación de la regla 1 cuando $\beta = 2$.

30 β es un parámetro de configuración, que tiene una influencia sobre el número de nodos BN que es determinado por un nodo PDN. Este es igual, por ejemplo, a 1 o 2.

Resulta interesante observar que, si un nodo tiene dos nodos PDN, PDN1 y PDN2, en su vecindario a 1 salto conectado, este nodo puede ser identificado como un nodo RN por el PDN1 y como un nodo BN por el PDN2.

35 Además, si un nodo A es identificado como un nodo BN por un nodo PDN y un vecino a 1 salto conectado del nodo A es identificado como un nodo BN por otro nodo PDN, esto no es una violación de la regla 1.

40 La figura 4 muestra la misma configuración de red ad hoc con $\beta = 1$. Esta muestra que 5 nodos BN C, E, G, I, K han sido identificados por el nodo PDN A. Por lo tanto, los otros nodos B, D, F, H, J se consideran como nodos RN. Los nodos BN tienen la capacidad de transmitir y recibir datos directamente a través del nodo PDN 400, 401, 402, 403, 404. No obstante, los nodos RN no tienen la capacidad de transmitir y recibir datos directamente a través del nodo PDN. Si un nodo RN necesita transmitir datos a o a través de un nodo PDN, este ha de enviar sus datos a un nodo BN, directamente o mediante el uso de otro nodo RN. Como un ejemplo, si el nodo F necesita transmitir datos al nodo A, este usará el nodo E o el nodo G para hacerlo debido a que ambos tienen el estatus de nodo BN.

45 La figura 5 muestra la misma configuración de red ad hoc después de aplicar el procedimiento de acuerdo con la invención con $\beta = 2$. Esta muestra que 3 nodos BN C, F, I han sido identificados por el nodo PDN A. Por lo tanto, los otros nodos B, D, E, G, H, J, K se consideran como nodos RN. Los nodos BN tienen la capacidad de transmitir y recibir datos directamente a través del nodo PDN 500, 501, 502. En comparación con el ejemplo de la figura 4, hay menos conexiones entre el nodo A y otros nodos. Esto es debido a que β se ha elegido como igual a 2.

50 Las reglas 1 y 2 que se han mencionado en lo que antecede permiten que un nodo PDN seleccione sus Nodos Puente distribuidos de manera tan uniforme como es posible en su vecindario a 1 salto conectado, de tal modo que sus nodos RN pueden alcanzarlo (y viceversa) a través de sus nodos BN de forma más eficiente, con un número máximo conocido de saltos. Si, por ejemplo debido a la movilidad, los nodos BN han dejado de estar distribuidos de forma apropiada, el PDN ha de volver a identificar sus nodos BN y nodos RN mediante el uso de las reglas 1 y 2.

Los procedimientos, nodos y redes tal como se ha descrito en lo que antecede y en los dibujos son solo para facilitar la descripción y no se pretende que limiten el aparato o procedimientos a una disposición o procedimiento particular en uso.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para gestionar comunicaciones de nodos en una red ad hoc móvil, que comprende por lo menos un nodo en la dicha red que realiza las siguientes etapas:

- 5 - identificar si ese trata de un nodo potencialmente perturbador, PDN, o un nodo no PDN, siendo un nodo PDN un nodo que tiene un número de nodos vecinos a 1 salto conectados mayor que un valor predeterminado K ;
- cuando el nodo es identificado como un nodo PDN, seleccionar un subconjunto de sus nodos vecinos a 1 salto, siendo los nodos seleccionados los únicos nodos vecinos a 1 salto que se permite que se comuniquen directamente (400, 401, 402, 403, 404) con el nodo PDN, denominándose los nodos seleccionados Nodos Puente, BN, denominándose los nodos no BN Nodos Ordinarios, RN, siendo los dichos nodos RN capaces de comunicarse con nodos PDN por medio de los nodos BN seleccionados, estando los nodos BN distribuidos de manera uniforme de tal modo que los nodos RN pueden alcanzar nodos PDN a través de nodos BN con un número máximo conocido de saltos, seleccionándose los nodos BN de tal modo que un nodo BN no tiene nodo BN alguno en su vecindario a β saltos conectado, siendo β un parámetro configurable.

15 2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un nodo es identificado como un nodo PDN si adicionalmente su número de vecinos a 1 salto es α veces mayor que el número medio de vecinos a 1 salto de sus vecinos a 1 salto, siendo α un valor real predeterminado con $\alpha > 1$.

3. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el valor entero predeterminado K se elige como $K \geq 3$.

20 4. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que la identificación de nodos PDN y la selección de nodos BN se realizan de forma periódica.

5. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la identificación de nodos PDN y la selección de nodos BN se realizan cada vez que está cambiando el número de vecinos a 1 salto y / o a 2 saltos de un nodo.

25 6. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes en el que un nodo PDN vuelve a un estatus de no PDN si no se satisface por lo menos una de las dos condiciones siguientes:

- $T < K'$
- $f = \frac{T}{M} < \alpha'$,

con $\alpha' > 1$ en las que:

- 30 K' es un valor entero predeterminado que puede ser diferente de K con $3 \leq K' \leq K$;
- α' es un valor real predeterminado que puede ser diferente de α con $1 < \alpha' \leq \alpha$.

7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 en el que los nodos BN son seleccionados de tal modo que un Nodo Ordinario RN tiene por lo menos un nodo BN en su vecindario a β saltos conectado.

8. Un nodo que pertenece a una red ad hoc móvil, **caracterizado porque** comprende unos medios para implementar el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.

35 9. Un nodo de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende un módulo de Control de Topología de PDN, siendo el dicho módulo capaz de realizar enlaces entre un nodo PDN y sus nodos RN no atribuibles para un intercambio de datos, a fin de disminuir el alto número de enlaces atribuibles para un intercambio de datos entre un PDN y sus vecinos a 1 salto conectados.

40 10. Una red ad hoc móvil, **caracterizada porque** comprende una pluralidad de nodos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9.

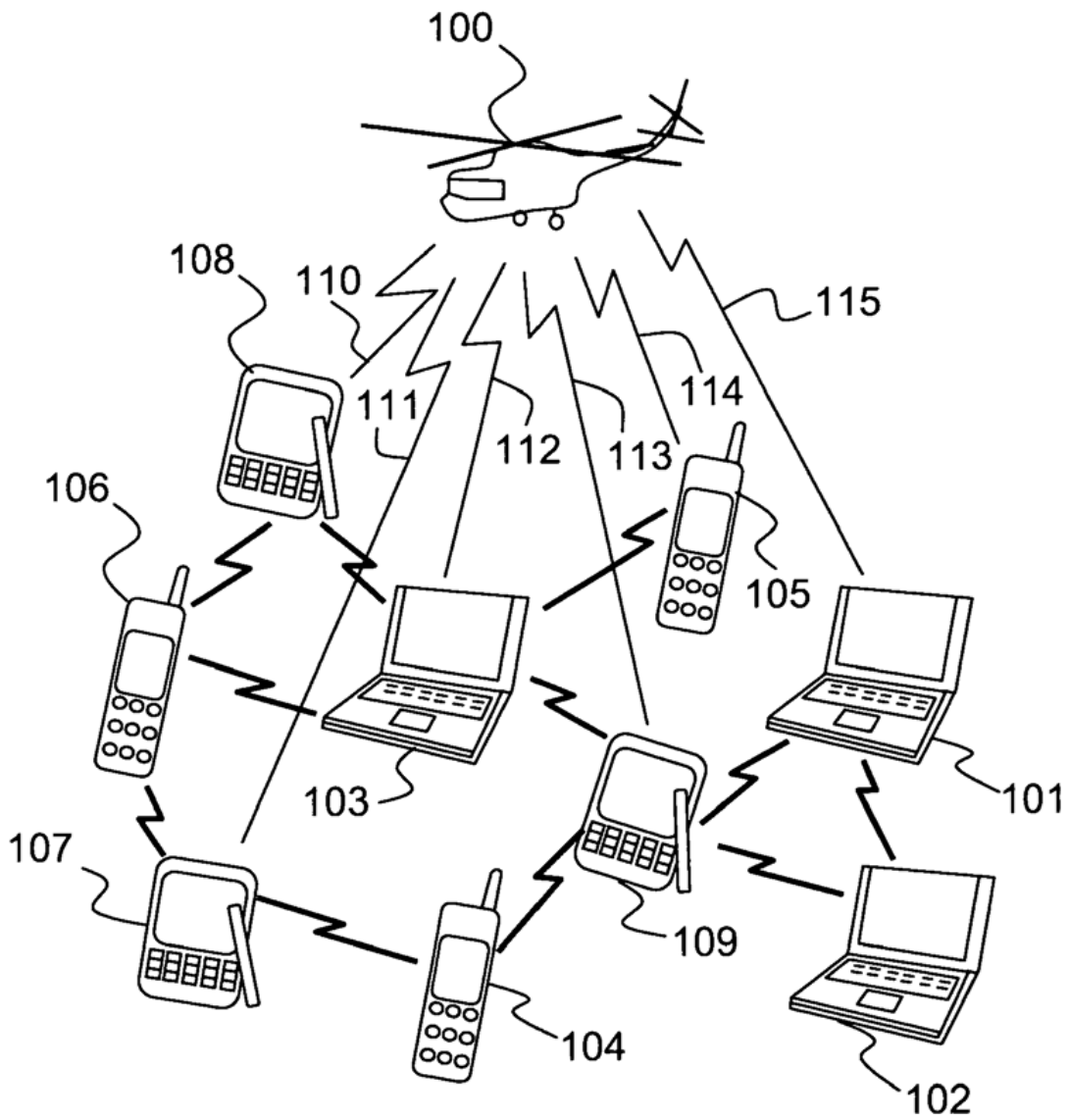


FIG.1

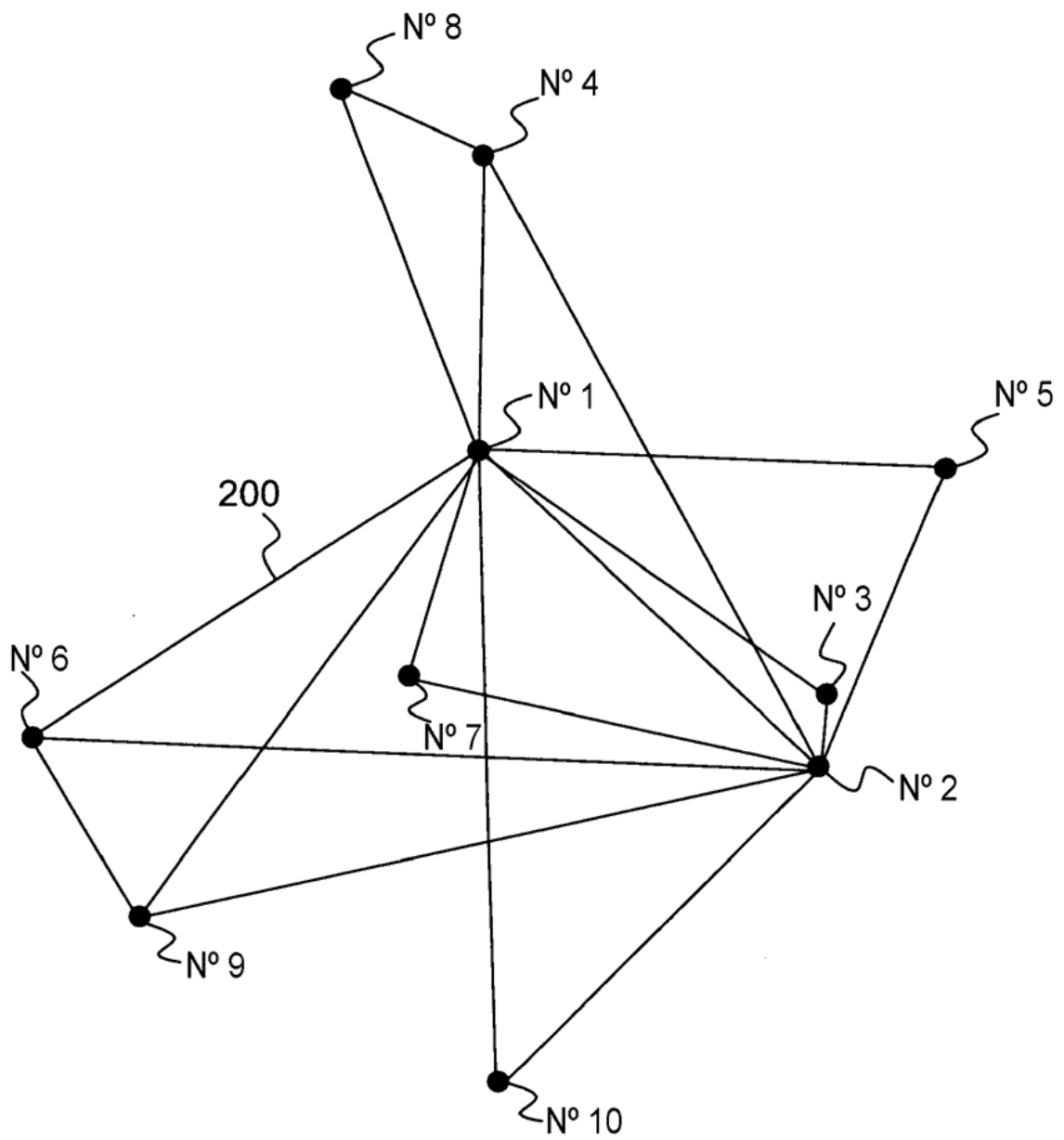


FIG.2

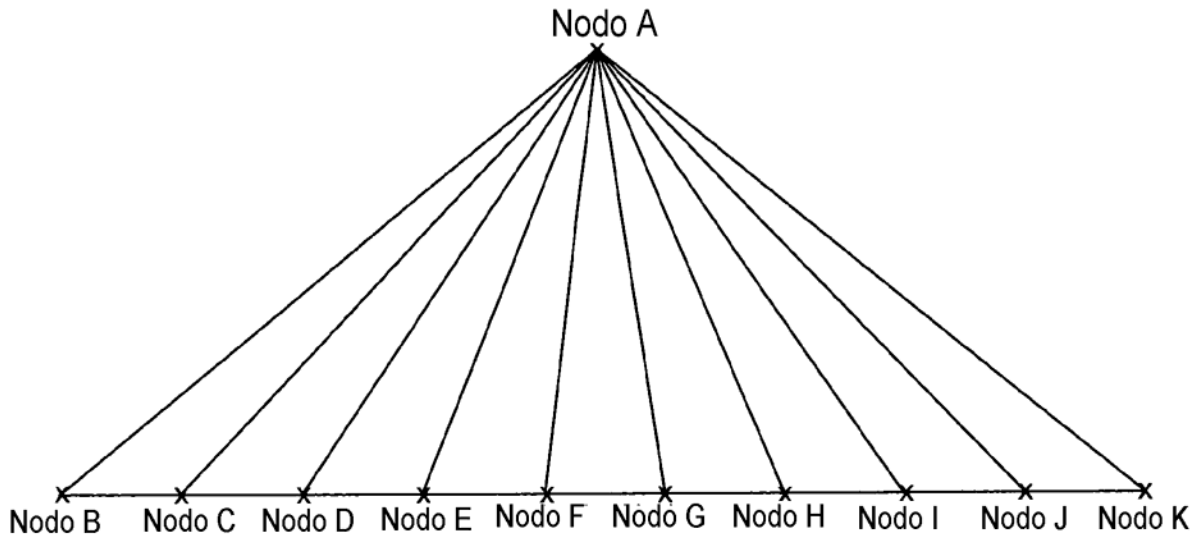


FIG.3

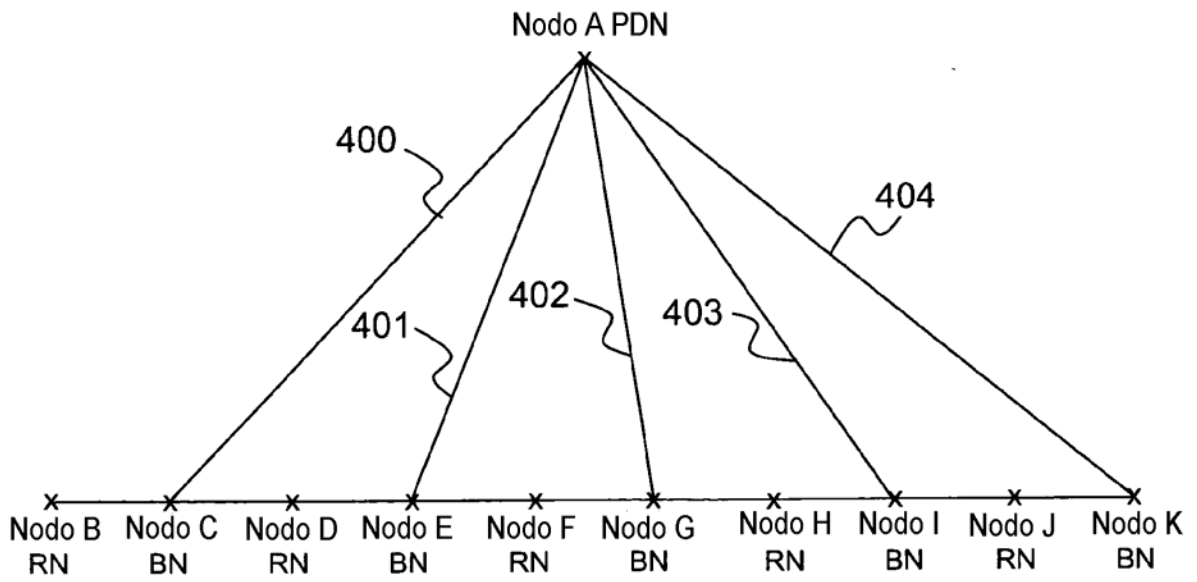


FIG.4

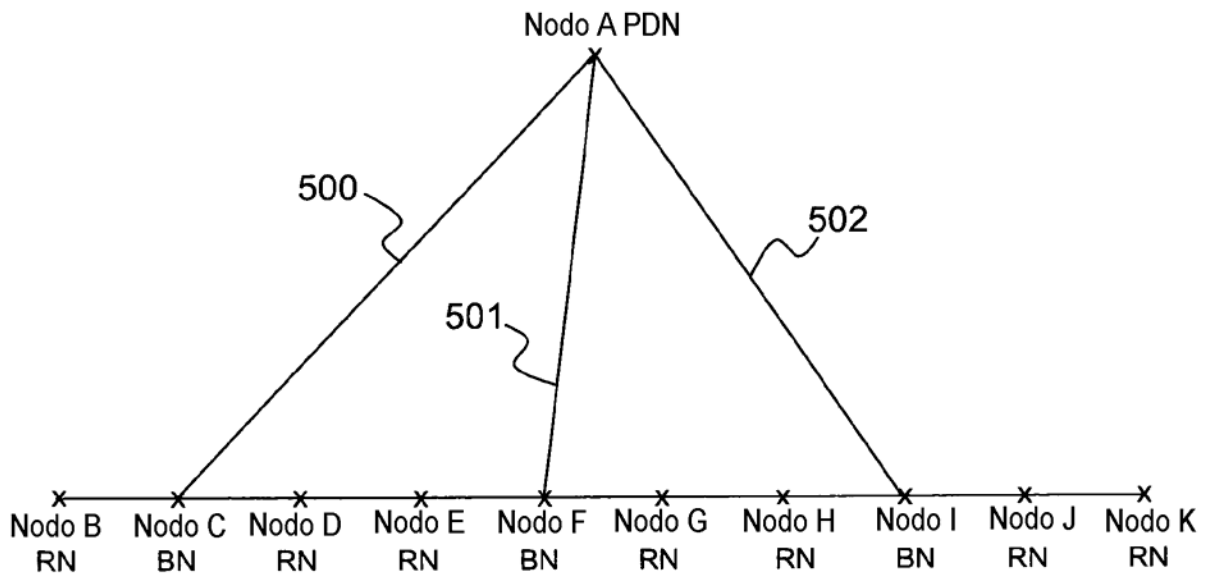


FIG.5