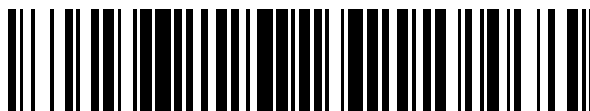


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 576**

51 Int. Cl.:

H04W 40/24 (2009.01)

H04L 12/715 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2016** **E 16194395 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019** **EP 3160188**

54 Título: **Procedimiento de comunicación con cálculo de ruta a partir de redes primarias, programa informático, nodo de interconexión y estación de radiocomunicación asociada**

30 Prioridad:

19.10.2015 FR 1502199

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

05.08.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SOULIE, ANTOINE;
CHEVALLIER, MICHEL y
ROUGIER, FRANCK**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 777 576 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 con cálculo de ruta a partir de redes primarias, programa informático, nodo de interconexión y estación de radiocomunicación asociada

5

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de comunicación dentro de un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de redes primarias y uno o más nodos de interconexión, incluyendo cada red primaria varios nodos de radiocomunicación interconectados por enlaces de radiocomunicación según el mismo protocolo de radiocomunicación, estando dos redes primarias vecinas conectadas a través de uno o más nodos de interconexión, estando el procedimiento implementado por cada nodo de interconexión.

10

[0002] La presente invención también se refiere a un programa informático que comprende instrucciones de software, que cuando se ejecutan mediante por un procesador, implementan tal procedimiento.

15 **[0003]**

La presente invención se refiere también a un nodo de interconexión destinado a conectarse al menos a una red primaria dentro de un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de redes primarias y uno o más nodos de interconexión, estando dicho nodo interconexión configurado para implementar tal procedimiento.

20 **[0004]**

La presente invención se refiere también a una estación de radiocomunicación que comprende tal nodo de interconexión y uno o más nodos de radiocomunicación.

[0005] La invención se refiere entonces al campo de las radiocomunicaciones dentro de un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de redes de radiocomunicación, siendo las redes de radiocomunicación preferentemente redes *ad hoc*. De manera conocida, una red *ad hoc* está desprovista de una infraestructura fija.

25

[0006] Las redes *ad hoc* se utilizan en particular para implementar comunicaciones tácticas entre equipos militares móviles en zonas de combate. Los nodos de radiocomunicación y los nodos de interconexión son entonces, por ejemplo, móviles y se utilizan en aplicaciones de telecomunicaciones tácticas militares.

30 **[0007]**

Se conoce a partir del documento EP 2 337 284 B1 un procedimiento de enrutamiento en tal sistema de comunicación. Este procedimiento de enrutamiento determina una topología lógica de nodos de interconexión de red utilizando un protocolo de enrutamiento con estados de enlace, también denominado protocolo de enrutamiento proactivo.

35 **[0008]**

El cálculo de una ruta de transmisión de al menos un paquete de datos entre un nodo de origen y un nodo de destino consiste entonces en determinar una sucesión de nodos a través de los cuales cada paquete debe pasar del nodo de origen al nodo de destino, realizándose el cálculo de esta ruta de transmisión en función de la topología de nodo determinada.

40 **[0009]**

Sin embargo, tal procedimiento de enrutamiento no es muy adecuado para redes de comunicación inestables, es decir, redes cuya composición en nodos evoluciona con mucha frecuencia, en particular redes que operan en el rango UHF (frecuencia ultra-alta (*Ultra-High Frequency*)), con radiofrecuencias de entre 300 MHz y 3000 MHz. La inestabilidad del estado de los enlaces se propaga en el sistema de comunicación y genera una carga computacional, y una carga de tráfico de señalización, tan elevada cuanto más importante sea el número de enlaces entre pares de nodos.

45

[0010] Esta carga computacional y de señalización es aún más perjudicial para el rendimiento de los servicios de usuario, ya que la disponibilidad del recurso espectral necesario para la implementación de redes UHF *ad hoc* es limitada. Además, esta señalización posiblemente debe transmitirse en redes primarias de tipos VHF (frecuencia muy alta (*Very-High Frequency*)), con radiofrecuencias de entre 30 MHz y 300 MHz, que son más estables pero que generalmente ofrecen una tasa de bits mucho más baja a la de las redes UHF, de modo que la inestabilidad de las redes UHF provoca la congestión de las redes VHF.

50

[0011] Además, el documento US6304556 describe un sistema de enrutamiento en una red organizada en grupos de nodos interconectados.

55

[0012] Por lo tanto, el objeto de la invención es proponer un procedimiento de comunicación que sea más adecuado, en particular para redes de comunicación inestables.

60 **[0013]**

Para este fin, la invención tiene como objeto un procedimiento de comunicación dentro de un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de redes primarias y uno o más nodos de interconexión, incluyendo cada red primaria varios nodos de radiocomunicación interconectados por enlaces de radiocomunicación según el mismo protocolo de radiocomunicación, estando dos redes primarias vecinas conectadas a través de uno o más nodos de interconexión, estando el procedimiento implementado por cada nodo de interconexión y comprendiendo las siguientes etapas:

65

- determinación de un identificador único para cada red primaria a la que está conectado el nodo de interconexión;
 - transmisión de cada identificador determinado a la red o redes primarias distintas de la red primaria correspondiente al identificador determinado; y
- 5 - cálculo, a partir de los identificadores de redes primarias, de una ruta de transmisión de al menos un paquete de datos entre un nodo de origen y un nodo de destino, pasando la ruta de transmisión por una o más redes primarias, siendo cada uno del nodo de origen y el nodo de destino un nodo de entre un nodo de radiocomunicación y un nodo de interconexión.
- 10 **[0014]** El procedimiento de comunicación según la invención permite entonces, mediante el cálculo a partir de los identificadores de redes primarias de la ruta de transmisión entre el nodo de origen y el nodo de destino, que la ruta de transmisión que pasa a través de una o más redes primarias sea menos sensible a la inestabilidad del sistema de comunicación.
- 15 **[0015]** En otras palabras, la topología del sistema de comunicación entre redes primarias tiene una estabilidad mucho mayor que la de la topología entre nodos.
- [0016]** Además, el procedimiento de comunicación según la invención permite una ganancia significativa en términos de la carga computacional generada, típicamente en un factor entre 3 y 10, por un número de enlaces entre
- 20 redes primarias, que es mucho menor que el número de enlaces entre nodos, y también por una mejor estabilidad de los enlaces entre redes primarias con respecto a los enlaces entre nodos.
- [0017]** Según otros aspectos ventajosos de la invención, el procedimiento de comunicación comprende una o más de las siguientes características, tomadas de forma aislada o en cualquier combinación técnicamente posible:
- 25 - las etapas de determinación y transmisión se llevan a cabo de nuevo en el caso de una conexión de una nueva red primaria al nodo de interconexión o en caso de que se elimine una conexión entre el nodo de interconexión y una red primaria correspondiente;
- el procedimiento comprende además, después de la etapa de determinación y antes de la etapa de transmisión,
- 30 la siguiente etapa:
+ puesta en cola del identificador determinado antes de su posible transmisión a las otras redes primarias; cancelándose la etapa de transmisión del identificador determinado cuando el identificador determinado se recibe, durante la etapa de puesta en cola, desde otro nodo de interconexión que está conectado a la misma red o redes primarias que dicho nodo de interconexión;
- 35 - el procedimiento comprende además, después de la etapa de determinación, la siguiente etapa:
+ eliminación de un paquete recibido cuando se recibe desde otro nodo de interconexión conectado a la misma red o redes primarias que dicho nodo de interconexión;
- el procedimiento comprende además, después de la etapa de cálculo, la siguiente etapa:
+ retransmisión de un paquete recibido cuando no se ha recibido previamente desde otro nodo de interconexión
- 40 conectado a la misma red o redes primarias que dicho nodo de interconexión, siendo dicho paquete entonces retransmitido a la siguiente red primaria, según la ruta de transmisión calculada;
- durante la etapa de determinación, el identificador único de la red primaria se determina en función de un rango de frecuencias asociadas con los enlaces de radiocomunicación que conectan los nodos de radiocomunicación de la red primaria, de un canal de comunicación asociado con dichos enlaces de radiocomunicación, y de al menos
- 45 una dirección de un nodo de radiocomunicación de la red primaria;
- el procedimiento comprende, durante la etapa de cálculo de la ruta de transmisión, el cálculo de una topología de las redes primarias dentro del sistema de comunicación usando un protocolo de enrutamiento con estados de enlace entre las redes primarias, y la ruta de transmisión se calcula a continuación a partir de dicha topología;
- 50 - el cálculo de la topología de las redes primarias dentro del sistema de comunicación se realiza de nuevo solo cuando dos redes primarias ya no están conectadas, o bien cuando dos redes primarias están recién conectadas;
- cada protocolo de radiocomunicación es un protocolo de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA);
- dentro de la misma red primaria, cada nodo de radiocomunicación está dentro del alcance de radio de al menos otro nodo de radiocomunicación de dicha red primaria; y
- 55 - todos los nodos de radiocomunicación de una misma red primaria están configurados para comunicarse a través de un único rango de frecuencias elegidas del rango VHF y el rango UHF.
- [0018]** La invención también tiene como objeto un programa informático que comprende instrucciones de software que, cuando son ejecutadas por un procesador, implementan un procedimiento como se ha definido anteriormente.
- 60 **[0019]** La invención también tiene como objeto un nodo de interconexión destinado a conectarse al menos a una red primaria dentro de un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de redes primarias y uno o más nodos de interconexión, incluyendo cada red primaria varios nodos de radiocomunicación interconectados por enlaces de radiocomunicación según el mismo protocolo de radiocomunicación, estando dos redes primarias vecinas
- 65 conectadas a través de uno o más nodos de interconexión, comprendiendo el nodo de interconexión:

- un módulo de determinación configurado para determinar un identificador único para cada red primaria a la que está conectado dicho nodo de interconexión;
- un módulo de transmisión configurado para transmitir cada identificador determinado a la red o redes primarias distintas de la red primaria correspondiente al identificador determinado; y
- 5 - un módulo de cálculo configurado para calcular, a partir de los identificadores de redes primarias, una ruta de transmisión de al menos un paquete de datos entre un nodo de origen y un nodo de destino, pasando la ruta de transmisión a través de una o más redes primarias, siendo cada uno del nodo de origen y el nodo de destino un nodo de entre un nodo de radiocomunicación y un nodo de interconexión.

10 **[0020]** La invención también tiene como objeto una estación de radiocomunicación que comprende un nodo de interconexión y uno o más nodos de radiocomunicación, en la que el nodo de interconexión es como se ha definido anteriormente.

[0021] Estas características y ventajas de la invención aparecerán más claramente tras la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a modo de ejemplo no limitativo, y hecha con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es una representación esquemática de dos estaciones de radiocomunicación según la invención, interconectadas a través de un relé de comunicación, comprendiendo cada estación de radiocomunicación un nodo de interconexión y dos nodos de radiocomunicación;
- 20 - la figura 2 es una representación esquemática de un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de redes primarias y uno o más nodos de interconexión;
- la Figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación según la invención;
- la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un aspecto particular del procedimiento de comunicación de la figura 3, relacionado con la puesta en cola, antes de su posible transmisión, de un identificador determinado de una red primaria, para evitar el envío innecesario de este identificador si esto ya lo ha hecho previamente otro nodo de interconexión;
- 25 - la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un aspecto particular del procedimiento de comunicación de la figura 3, en relación con el hecho de que una topología de las redes primarias dentro del sistema de comunicación se calcula de nuevo solo cuando dos redes primarias ya no están conectadas o cuando dos redes primarias están recién conectadas;
- 30 - la figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un aspecto particular del procedimiento de comunicación de la figura 3, relacionado con un procesamiento realizado por un nodo de interconexión que recibe un paquete de datos; y
- la figura 7 es una representación esquemática del sistema de comunicación que ilustra el aspecto de la figura 6.

35 **[0022]** En la figura 1, dos estaciones de radiocomunicación 10 están interconectadas a través de un relé de comunicación 12.

[0023] Cada estación de radiocomunicación 10 comprende uno o más módulos de transmisión/recepción 14, también llamados módems, una o más antenas 15 y un nodo de interconexión 16. En el ejemplo de la figura 1, cada estación de radiocomunicación 10 comprende un nodo de interconexión 16, dos módulos de transmisión/recepción 14 y dos antenas 15.

[0024] El relé de comunicación 12 y los módulos de transmisión/recepción 14 forman cada uno un nodo de radiocomunicación 18.

[0025] El relé de comunicación 12 es conocido *per se*, y es, por ejemplo, una pasarela de retransmisión de datos por ondas de radioeléctricas, conectada entre dos módulos de transmisión/recepción respectivos 14 de las dos estaciones de radiocomunicación.

50 **[0026]** Cada módulo de transmisión/recepción 14 es conocido *per se*, y está conectado a una antena respectiva 15.

[0027] Cada módulo de transmisión/recepción 14 es, por ejemplo, un módulo de transmisión/recepción VHF/UHF, adaptado para operar en el rango VHF, en particular en el rango de radiofrecuencias de 30 MHz-300 MHz, o en el rango UHF, en particular en el rango de radiofrecuencias de 300 MHz-3000 MHz, en función de un comando respectivo suministrado por el nodo de interconexión 16 que les indica el modo operativo VHF o UHF.

[0028] Como alternativa, uno de los módulos de transmisión/recepción 14 es un módulo de transmisión/recepción VHF adaptado para operar en el rango VHF, y el otro módulo de transmisión/recepción 14 es un módulo de transmisión/recepción UHF adaptado para operar en el rango UHF.

[0029] Cada nodo de interconexión 16 está destinado a conectarse al menos a una red primaria 20 dentro de un sistema de comunicación 22 que comprende una pluralidad de redes primarias 20 y uno o más nodos de interconexión 16, como se muestra en la figura 2. Cada red primaria 20 incluye varios nodos de radiocomunicación 18

interconectados por enlaces de radiocomunicación 24 según un mismo protocolo de radiocomunicación, estando dos redes primarias vecinas 20 conectadas a través de uno o más nodos de interconexión 16. Cada protocolo de radiocomunicación es, por ejemplo, un protocolo de acceso múltiple por división de tiempo, también llamado protocolo TDMA (*Time Division Multiple Access*).

5

[0030] En el ejemplo de la figura 2, el sistema de comunicación 22 comprende tres redes primarias 20, denominadas respectivamente A, B y C, dos redes vecinas A, B, y respectivamente B, C, estando cada vez interconectadas por dos nodos de interconexión 16.

10 **[0031]** El enlace entre cada nodo de interconexión 16 y la red primaria asociada 20 es bidireccional.

[0032] Cada nodo de interconexión 16 comprende, como se muestra en la figura 1, un módulo de determinación 30 configurado para determinar un identificador único para cada red primaria 20 a la que está conectado dicho nodo de interconexión 16, un módulo de transmisión 32 configurado para transmitir cada identificador determinado a la red o redes primarias 20 distintas de la red primaria 20 correspondiente al identificador determinado, y un módulo de cálculo 34 configurado para calcular, a partir de los identificadores de las redes primarias 20, una ruta de transmisión 36 de al menos un paquete de datos entre un nodo de origen y un nodo de destino, pasando la ruta de transmisión 36 a través de una o más redes primarias 20, siendo cada uno del nodo de origen y el nodo de destino un nodo de entre un nodo de radiocomunicación 18 y un nodo interconexión 16.

20

[0033] En el ejemplo de la figura 2, la ruta de transmisión 36 se muestra en líneas gruesas, y los nodos de origen y de destino son cada uno un nodo de interconexión respectivo 16.

[0034] Como complemento opcional, cada nodo de interconexión 16 comprende además un módulo de puesta en cola 38 configurado para poner en cola el identificador determinado antes de su transmisión a las otras redes primarias; estando el módulo de puesta en cola 38, si procede, configurado además para cancelar la transmisión del identificador determinado cuando el identificador determinado se recibe, durante dicha puesta en cola, desde otro nodo de interconexión 16 que está conectado a la misma red o redes primarias 20 que dicho nodo de interconexión 16.

30

[0035] Como complemento opcional, cada nodo de interconexión 16 comprende además un módulo de eliminación 40 configurado para eliminar un paquete de datos recibido cuando se recibe desde otro nodo de interconexión 16 conectado a la misma red o redes primarias 20 que dicho nodo de interconexión 16.

35 **[0036]** Como complemento opcional, cada nodo de interconexión 16 comprende además un módulo de retransmisión 42 configurado para retransmitir un paquete de datos recibido cuando no se ha recibido previamente desde otro nodo interconexión 16 conectado a la misma red o redes principales 20 que dicho nodo de interconexión 16, siendo dicho paquete retransmitido a continuación a la siguiente red primaria 20, según la ruta de transmisión calculada 36.

40

[0037] Cada nodo de interconexión 16 comprende, por ejemplo, una unidad de procesamiento de información, no mostrada, preferentemente formada por un procesador y una memoria asociada con el procesador. El módulo de determinación 30, el módulo de transmisión 32 y el módulo de cálculo 34 se producen cada uno, por ejemplo, en forma de software que puede almacenarse en la memoria y ejecutarse por el procesador. Como complemento opcional, el módulo de puesta en cola 38, el módulo de eliminación 40 y el módulo de retransmisión 42 también se producen cada uno, por ejemplo, en forma de software que puede almacenarse en la memoria y ejecutarse por el procesador.

[0038] Como alternativa, el módulo de determinación 30, el módulo de transmisión 32, el módulo de cálculo 34 y, si es necesario, el módulo de puesta en cola 38, el módulo de supresión 40 y el módulo de retransmisión 42, se producen cada uno en forma de un componente lógico programable, tal como un FPGA (matriz de puertas lógicas programable por campo) (*Field Programmable Gate Array*), o como alternativa en forma de un circuito integrado dedicado, tal como un ASIC (circuito integrado de aplicación específica *Application Specific Integrated Circuit*).

[0039] Cada nodo de interconexión 16 corresponde a la capa 3 del modelo OSI.

55

[0040] Cada nodo de radiocomunicación 18 corresponde a la capa 2 del modelo OSI. Cada nodo de radiocomunicación 18 pertenece a una única red primaria 20.

[0041] Todos los nodos de radiocomunicación 18 de una misma red primaria 20 están configurados, por ejemplo, para comunicarse a través de un único rango de frecuencias, tal como un rango de frecuencias elegido entre el rango VHF y el rango UHF.

[0042] Dentro de una misma red primaria 20, cada nodo de radiocomunicación 18 está dentro del alcance de radio de al menos otro nodo de radiocomunicación 18 de dicha red primaria 20.

65

[0043] Las redes primarias 20 se identifican mediante un plan de transmisión, dependiendo este plan de transmisión, por ejemplo, de las frecuencias de radiocomunicación utilizadas para la transmisión de los datos, de la tecnología de radiocomunicación implementada, tal como la tecnología VHF o UHF, o incluso, tal como una tecnología de radiocomunicación conforme a la Norma 2G, 3G y/o 4G.

5

[0044] El identificador único de la red primaria 20 se determina entonces, por ejemplo, en función de un rango de frecuencias asociadas con los enlaces de radiocomunicación 24 que conectan los nodos de radiocomunicación 18 de dicha red primaria 20, de un canal de radiocomunicación asociado con dichos enlaces de radiocomunicación 24 y al menos una dirección de un nodo de radiocomunicación 18 de la red primaria.

10

[0045] El identificador único se obtiene entonces, por ejemplo, mediante la concatenación de un campo que contiene dicha dirección del nodo de radiocomunicación, tal como una dirección MAC, de un segundo campo que contiene información relacionada con el canal de frecuencia, y de un tercer campo que contiene la información relacionada con la tecnología utilizada, por ejemplo, relacionada con el rango de frecuencias asociado con los enlaces de radiocomunicación 24.

15

[0046] Se considera que dos redes primarias 20 están conectadas, o incluso conectadas entre sí, cuando están conectadas a través de al menos un nodo de interconexión 16, siendo el número de nodos de interconexión 16 que conectan dos redes primarias vecinas 20 variable y sin afectar a la topología de las redes primarias 20 dentro del sistema de comunicación 22.

20

[0047] Cada enlace de radiocomunicación 24 es bidireccional. Cada enlace de radiocomunicación 24 dentro de una red primaria es preferentemente un enlace que implementa un protocolo de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). Cada enlace de radiocomunicación 24 está adaptado para transmitir las frecuencias en el rango de frecuencia asociado con el nodo de radiocomunicación 18 que conecta.

25

[0048] El módulo de determinación 30 está configurado para determinar el identificador único de una o cada red primaria 20 a la que está conectado el nodo de interconexión 16, del que forma parte el módulo de determinación 30. En otras palabras, el módulo de determinación 30 está configurado para construir una identidad de la o cada red primaria 20 a la que está conectado el nodo de interconexión 16 al que pertenece el módulo de determinación 30.

30

[0049] El módulo de transmisión 32 se configura entonces para transmitir cada identificador determinado, o incluso cada identidad construida, a otras redes primarias 20 distintas de aquellas para las cuales el identificador ha sido determinado previamente por el módulo de determinación 30. El módulo de transmisión 32 está configurado preferentemente para enviar este identificador, también llamado identidad, en modo difusión a todas estas otras redes primarias 20.

35

[0050] El módulo de cálculo 34 está configurado entonces para calcular, a partir de los identificadores (o identidades) de las redes primarias 20, la ruta de transmisión 36 para cada paquete a enviar desde un nodo de origen a un nodo de destino correspondiente, estando cada ruta de la transmisión calculada 36 definida por la red o redes primarias 20 a través de las que pasa.

40

[0051] El módulo de cálculo 34 también está configurado preferentemente para calcular una topología de las redes primarias 20 dentro del sistema de comunicación 22 usando un protocolo de enrutamiento con estados de enlace entre las redes primarias 20, calculándose a continuación la ruta de transmisión 36 a partir de dicha topología. El protocolo de enrutamiento con estados de enlace se conoce *per se*, por ejemplo, a partir del documento EP 2 337 284 B1, y no se describe de nuevo.

45

[0052] El módulo de cálculo 34 está configurado preferentemente para realizar de nuevo el cálculo de la topología de las redes primarias 20 dentro del sistema de comunicación 22 solo cuando dos redes primarias 20 ya no están conectadas entre sí o cuando dos redes primarias 20 están recién conectadas entre sí. En otras palabras, mientras la conectividad entre las redes primarias 20 tomadas dos en dos no varíe, la topología de las redes primarias 20 dentro del sistema de comunicación 22 no se recalcula.

50

[0053] En caso de recepción de un mensaje que indique la desaparición de un enlace entre una red primaria 20 a la que está conectado el nodo de interconexión 16 correspondiente y una red primaria 20 adyacente a dicha red primaria, o también la recepción de un mensaje que indique la aparición de un enlace entre dicha red primaria 20 conectada y una red primaria adyacente 20, el módulo de cálculo 34 se configura entonces para anunciar un cambio en la topología de las redes primarias 20 dentro del sistema de comunicación 22 solo si un enlace desaparecido era el último enlace entre la red primaria 20 conectada y la red primaria adyacente considerada o bien, si un enlace aparecido es el primer enlace entre la red primaria 20 conectada y la red primaria adyacente 20 considerada. En otros casos, el módulo de cálculo 34 está configurado para no transmitir el mensaje recibido previamente que indica dicha desaparición/aparición del enlace.

60

[0054] El módulo de puesta en cola 38 está configurado para poner en cola el identificador (o identidad)

65

determinado antes de transmitirlo a las otras redes primarias 20, a fin de evitar transmitir dicho identificador determinado cuando esta transmisión ya ha sido realizada por otro nodo de interconexión 16 que está conectado a las mismas redes primarias 20 que dicho nodo de interconexión 16.

- 5 **[0055]** De manera análoga, para evitar transmitir el mismo paquete varias veces entre dos redes primarias vecinas 20 por diferentes nodos de interconexión 16 que conectan estas dos redes primarias vecinas, el módulo de eliminación 40 está configurado para eliminar un paquete recibido cuando éste ya se ha recibido desde otro nodo de interconexión 16 conectado a las mismas redes primarias 20 que dicho nodo de interconexión 16.
- 10 **[0056]** El módulo de retransmisión 42 está configurado para retransmitir un paquete recibido cuando no se ha recibido previamente desde otro nodo de interconexión 16 conectado a las mismas redes primarias 20 que dicho nodo de interconexión 16, permitiendo esta retransmisión entonces asegurar la transmisión de dicho paquete a lo largo de la ruta de transmisión calculada, desde el nodo de origen al nodo de destino.
- 15 **[0057]** El funcionamiento del sistema de comunicación 22 que comprende las redes primarias 20, y en particular los nodos de interconexión 16 que conectan estas redes primarias diferentes 20, se explicará ahora con referencia a la figura 3 que representa un diagrama de flujo del procedimiento de comunicación según la invención, así como con referencia a las figuras 4 a 7 que ilustran aspectos particulares de este procedimiento de comunicación.
- 20 **[0058]** Durante una etapa inicial 100, el nodo de interconexión 16 determina, a través de su módulo de determinación 30, el identificador único, también llamado identidad, de cada red primaria a la que está conectado, esto desde el momento en que ha recibido de un nodo de radiocomunicación 18 correspondiente una conectividad de esta red primaria 20, es decir, una lista de los nodos de radiocomunicación 18 que forman esta red primaria 20. La construcción de la identidad de cada red primaria 20 a la que está conectado el nodo de interconexión 16 se realiza a partir de información relacionada con al menos un nodo de radiocomunicación 18 contenido en la red primaria 20 considerada.
- 25 **[0059]** La identidad de dicha red se construye, por ejemplo, con la dirección MAC más pequeña entre las direcciones MAC de los nodos de radiocomunicación 18 contenidos en dicha red, con información relacionada con el canal de frecuencia utilizado en dicha red, y/o con información relacionada con la tecnología de radiocomunicación utilizada en esta red primaria, siendo esta tecnología, por ejemplo, tecnología VHF, tecnología UHF, o incluso una tecnología conforme a otro estándar de radiocomunicación, tal como el estándar 2G, el estándar 3G, o el estándar 4G.
- 30 **[0060]** Como variante, la dirección utilizada es una dirección que depende de las direcciones, tales como las direcciones MAC, de todos los nodos de radiocomunicación 18 contenidos en dicha red primaria 20. Como otra variante, la dirección utilizada es la dirección, tal como la dirección MAC, del nodo de radiocomunicación 18 más estable, es decir, del nodo de radiocomunicación 18 que tiene estadísticamente el menor número de cambios de conexión con su vecindad cuando evoluciona la topología de la red primaria.
- 35 **[0061]** Después de la determinación del identificador único de cada red primaria 20 a la que está conectado el nodo de interconexión 16, también llamada construcción de identidad de cada red primaria (etapa 100), el nodo de interconexión 16 pasa a la etapa 110 de puesta en cola, como se muestra en la figura 4, o directamente a la etapa 120 de transmisión del identificador, siendo esta etapa 110 de puesta en cola opcional, como se muestra en figura 3.
- 40 **[0062]** Durante la etapa de puesta en cola 110, el nodo de interconexión 16 pone en cola, a través de su módulo de puesta en cola 38, el identificador determinado antes de transmitirlo a la otra u otras redes primarias 20, esto para evitar reenviar este identificador si ya lo ha hecho previamente otro nodo de interconexión 16 conectado a las mismas redes primarias 20 que éste.
- 45 **[0063]** Durante esta etapa de puesta en cola 110, cuando el módulo de puesta en cola 38 encuentra que el identificador determinado ya se ha recibido previamente desde otro nodo de interconexión 16 que está conectado a las mismas redes primarias 20 que el nodo de interconexión 16 al que pertenece, cancela la transmisión del identificador determinado, y la etapa 120 correspondiente no se realiza. Si procede, el nodo de interconexión 16 va directamente a la siguiente etapa 130 de cálculo de la ruta de transmisión 36.
- 50 **[0064]** De lo contrario, cuando el módulo de puesta en cola 38 constata el vencimiento de una temporización predefinida correspondiente a la puesta en cola, el identificador determinado no se ha recibido desde otro nodo de interconexión 16 que está conectado a las mismas redes primarias 20 que el nodo de interconexión 16 al que pertenece, entonces valida la transmisión de dicho identificador a las otras redes primarias relacionadas 20, y el nodo de interconexión 16 pasa entonces a la siguiente etapa 120 de transmisión del identificador.
- 55 **[0065]** Durante la etapa de transmisión 120, el envío del identificador se lleva a cabo preferentemente en modo difusión a todas las demás redes primarias 20 relacionadas, es decir a todas las redes primarias 20 a las que está conectado el nodo de interconexión 16 que son diferentes de la red primaria 20 identificada durante la etapa 100.
- 60
- 65

[0066] Las etapas de determinación 100 y de transmisión 120 se llevan a cabo de nuevo en caso de conexión de una nueva red primaria 20 a los nodos de interconexión considerados 16, o en el caso de la eliminación de una conexión entre el nodo de interconexión 16 y una red primaria correspondiente 20.

5 **[0067]** Durante la etapa de cálculo 130, el nodo de interconexión 16 calcula la ruta de transmisión 36 de cada paquete desde un nodo de origen a un nodo de destino correspondiente, a través de su módulo de cálculo 34 y a partir de los diferentes identificadores de la red primaria 20 determinados o recibidos desde otros nodos de interconexión, pasando la ruta de transmisión 36 a través de una o más redes primarias 20 y definiéndose por dichas redes primarias 20 por las que pasa.

10

[0068] Durante esta etapa de cálculo 130, el módulo de cálculo 34 calcula preferentemente la topología de las redes primarias 20 dentro del sistema de comunicación 22, por ejemplo, usando el protocolo de enrutamiento con estados de enlace. El módulo de cálculo 34 deduce posteriormente la ruta de transmisión 36 eligiendo la ruta más corta entre las sucesivas redes primarias 20 que se encuentran entre el nodo de origen y el nodo de destino, a partir de la topología calculada.

15

[0069] Preferentemente, el cálculo de dicha topología se realiza de nuevo solo cuando dos redes primarias 20 ya no están conectadas por al menos un nodo de interconexión 16, o si dos redes primarias 20 están recién conectadas por al menos un nodo de interconexión 16.

20

[0070] Esto se implementa, por ejemplo, a través de una secuencia de subetapas como se ilustra en el diagrama de flujo de la figura 5. Durante una subetapa 132, el nodo de interconexión 16 recibe un mensaje que indica una desaparición de un enlace entre una red primaria 20 a la que está conectado el nodo de interconexión y una red primaria 20 adyacente a dicha red conectada, por el contrario, un mensaje que indica la aparición de un enlace entre la red primaria conectada y una red primaria adyacente 20, correspondiendo tal enlace a la presencia de un nodo de interconexión 16 que conecta dicha red primaria conectada y dicha red primaria adyacente.

25

[0071] El módulo de cálculo 34 determina entonces:

30 - a) cuando el mensaje recibido durante la subetapa 132 es un mensaje de desaparición de un enlace entre la red primaria conectada y la red primaria adyacente correspondiente, si el enlace desaparecido fue el último enlace entre la red primaria conectada y la red primaria adyacente correspondiente, y
 - b) cuando el mensaje recibido durante la subetapa 132 es un mensaje de aparición de un enlace entre la red primaria conectada y la red primaria adyacente correspondiente, si el enlace aparecido es el primer enlace entre
 35 dicha red primaria conectada y dicha red primaria adyacente.

[0072] Cuando el módulo de cálculo 34 constata que se cumple una de las dos condiciones a) y b) mencionadas anteriormente, que corresponde entonces a un cambio en la topología, pasa al siguiente subetapa 136 para anunciar este cambio de topología a las demás redes primarias 20 dentro del sistema de comunicación 22.

40

[0073] De lo contrario, si ninguna de las dos condiciones a) y b) mencionadas anteriormente se cumple, lo que significa que a pesar de la desaparición o aparición de un enlace, la conectividad entre la red primaria conectada y la red primaria adyacente no ha evolucionado, es decir, que la topología global de las redes primarias 20 dentro del sistema de comunicación 22 no se ha modificado, entonces el módulo de cálculo 34 pasa a la subetapa 138 y posteriormente bloquea transmisión del mensaje, a fin de que el mensaje recibido durante la subetapa 132 no se transmita a los demás nodos de interconexión 16. De hecho, dado que el mensaje recibido no indica un cambio en la topología, es inútil transmitirlo a los demás nodos de interconexión 16 del sistema de comunicación.

45

[0074] Después de la etapa de cálculo 130, el nodo de interconexión 16 pasa a la siguiente etapa 140 de gestión de los paquetes recibidos, incluyendo esta etapa de gestión 140, por ejemplo, una secuencia de subetapas tal como se ilustra en el diagrama de flujo de la figura 6.

50

[0075] En caso de la recepción desde el nodo de interconexión 16 de un paquete a transmitir a un nodo de destino (subetapa 142), el nodo de interconexión 16 considerado comienza determinando durante la siguiente subetapa 144 si el emisor del paquete es un nodo de interconexión 16 visible o no. Un nodo de interconexión 16 se considera visible con respecto a los nodos de interconexión 16 considerados, si los dos nodos de interconexión 16 están conectados al mismo subconjunto común de redes primarias 20, en otras palabras, si los dos nodos de interconexión 16 son nodos de interconexión que conectan las mismas redes primarias 20.

55

[0076] Si, durante la subetapa 144, el nodo de interconexión 16 considerado determina que el nodo de interconexión 16 que ha enviado el paquete recibido es un nodo de interconexión visible, entonces avanza a la subetapa 146 durante la cual elimina, a través de su módulo de eliminación 40, el paquete recibido, habiéndose recibido ya éste último desde otro nodo de interconexión 16 que está conectado a las mismas redes primarias 20 que él, como se muestra en la figura 7.

60

65

[0077] En el ejemplo de la figura 7, el nodo de interconexión emisor 16, denominado N1, ha enviado un paquete a los siguientes nodos de interconexión, denominados N2, N3 y N4 (flechas F1), a través de la red primaria 20, denominada A, y a lo largo de la ruta de transmisión 36 previamente calculada. Los nodos de interconexión 16 denominados N2, N3 y N4 son tres nodos de interconexión 16, cada uno de los cuales conecta la red primaria 20 denominada A a otra red primaria 20 denominada B, y el nodo de interconexión 16 denominado N3 fue el más rápido para retransmitir el paquete recibido a un siguiente nodo de interconexión 16, denominado N5, a través de la red primaria B y a lo largo de la ruta de transmisión 36 calculada (flechas F2). Suponiendo entonces que el nodo de interconexión 16 considerado es el nodo de interconexión denominado N2 o el denominado N4, entonces constatará durante la subetapa 144 que el paquete recibido del nodo de interconexión N1 (flechas F1) también se ha recibido desde el nodo de interconexión N3 (flechas F2), y que este último es un nodo de interconexión conectado a las mismas redes primarias A, B, y a continuación eliminará entonces el paquete durante la subetapa 146, como se simboliza por el símbolo "X" en forma de cruz en la figura 7.

[0078] Si, durante la subetapa 144, el nodo de interconexión 16 considerado por el contrario determina que el nodo de interconexión emisor 16 no es un nodo de interconexión visible, es decir, no es otro nodo de interconexión conectado a las mismas redes primarias 20 que éste, pasa entonces a la subetapa 148, durante la cual identifica los siguientes nodos de interconexión 16, posteriormente crea, durante la subetapa 150, un datagrama correspondiente antes de enviarlo, durante la siguiente subetapa 152, a los siguientes nodos de interconexión, como se identificó durante la subetapa 148. Las subetapas 148, 150 y 152 se implementan por el módulo de retransmisión 42.

[0079] El datagrama es un mensaje que comprende tanto el paquete como las direcciones de los siguientes nodos de interconexión 16, conteniendo el paquete a su vez solo datos útiles.

[0080] En el ejemplo de la figura 7, la implementación de las subetapas 148, 150 y 152 corresponde a la realizada por el nodo de interconexión 16, denominado N3. De hecho, cuando el nodo de interconexión N3 recibe el paquete desde el nodo de interconexión emisor N1 (flechas F1), aún no lo ha recibido de los otros nodos de interconexión 16 conectados a las mismas redes primarias A, B que éste, es decir, desde los nodos de interconexión N2, N4. El nodo de interconexión N3 identifica el siguiente nodo de interconexión a lo largo la ruta de transmisión calculada 36, en este caso el nodo de interconexión N5 en el ejemplo de la figura 7, posteriormente crea y envía el datagrama con destino al siguiente nodo de interconexión N5, así como otros nodos de interconexión N2, N4 conectados a las mismas redes primarias A, B que éste (flechas F2).

[0081] Por lo tanto, el procedimiento de comunicación y el nodo de interconexión 16 según la invención permiten transmitir un paquete de manera más sencilla y más eficiente desde un nodo de origen a un nodo de destino mediante la identificación de una ruta de transmisión, también denominada ruta, empleando redes primarias sucesivas 20, mientras que con el procedimiento de comunicación según el estado de la técnica, el enrutamiento de paquetes se realizó solo a partir de una topología de los nodos y posteriormente mediante la identificación de una ruta que emplea nodos sucesivos, por ejemplo a través de un protocolo de enrutamiento con estados de enlace.

[0082] El hecho de calcular, según la invención, la ruta a partir de las redes primarias 20 identificadas permite tener un protocolo de enrutamiento que sea menos sensible a una evolución de la composición en los nodos 16, 18 del sistema de comunicación 22, siendo entonces el protocolo de enrutamiento en particular independiente del número de nodos de interconexión 16 entre los pares de redes primarias vecinas 20.

[0083] Además, con el procedimiento de comunicación según la invención, la topología de las redes primarias 20 dentro del sistema de comunicación 22 se actualiza y transmite dentro del sistema de comunicación 22 solo si dos redes primarias 20 que fueron previamente conectadas entre sí (a través de al menos un nodo de interconexión 16) ya no están conectadas, o si dos redes primarias 20 que hasta ahora no estaban conectadas entre sí están recién conectadas a través de al menos un nodo de interconexión 16. Esto permite reducir significativamente los cálculos realizados para mantener la topología actualizada dentro del sistema de comunicación 22, en particular con respecto al procedimiento de comunicación del estado de la técnica en el que era necesario conocer permanentemente los enlaces entre todos los nodos de la red, lo que entonces era particularmente inadecuado para redes inestables, en particular para redes UHF.

[0084] Los expertos en la técnica apreciarán que todos los nodos de interconexión 16 que conectan dos redes primarias vecinas 20 son posibles relés para la transmisión de un paquete a través de estas dos redes primarias vecinas 20, y que solo el nodo de interconexión más rápido 16 será en realidad un relé, deteniéndose entonces la transmisión del paquete por los demás nodos de interconexión 16 entre estas dos redes primarias, como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 6 y 7.

[0085] De forma adicional, un experto en la técnica observará que el procedimiento de comunicación según la invención se refiere, por un lado, a un plano de control y, por otro lado, a un plano de datos. Los aspectos asociados con el plan de control son la identificación única de las redes primarias, es decir, la determinación del identificador único realizada durante la etapa 100; el anuncio por los nodos de interconexión 16 de estas redes primarias 20 y de los nodos de interconexión 16 que están conectados a ellas, correspondiente a la etapa 120 de transmisión de cada

identificador calculado; y el filtrado de los bucles en caso de que se reciba un anuncio idéntico desde varios nodos de interconexión 16, correspondiente a la etapa 110 de la puesta en cola con cancelación de transmisión si es necesario. Un aspecto final relacionado con el plano de control es el cálculo de la ruta de transmisión 36, también llamada ruta, con las sucesivas redes primarias 20 a través de las cuales tendrá que transitar el paquete correspondiente.

5

[0086] Los aspectos relacionados con el plano de datos son el enrutamiento de datos a lo largo de la ruta entre las sucesivas redes primarias 20 a los nodos de destino en cuestión; el envío del paquete a todos los nodos de interconexión 16 entre dos redes primarias vecinas 20 conectadas a lo largo de la ruta calculada, correspondiente a las flechas F1 en la figura 7; la retransmisión por los nodos de interconexión 16 a todos los siguientes nodos de interconexión 16 de dicho paquete, correspondiente a la subetapa 152 de la figura 6 y a las flechas F2 de la figura 7.

10

Un aspecto final relativo al plano de datos es el hecho de que un paquete recibido es retransmitido solo por el nodo de interconexión más rápido 16, como se describe con referencia a las figuras 6 y 7, lo que conduce a la eliminación del paquete durante la subetapa 146 de la figura 6 cuando el nodo de interconexión 16 considerado ha recibido el paquete a través de una red primaria dada 20 y que este mismo paquete está esperando la transmisión a esta red primaria 20.

15

[0087] Con referencia a las figuras 2 y 7, se ha considerado un sistema de comunicación que incluye dos o tres redes primarias 20. Por supuesto, es probable que la invención se implemente en el caso de cualquier número N de redes primarias 20, siendo N un número entero, que puede ser estrictamente mayor de 2.

20

[0088] Se han considerado principalmente redes primarias 20 basadas en comunicaciones tipo UHF o tipo VHF. Por supuesto, la invención es capaz de implementarse con varios tipos de protocolos de comunicación, tales como los protocolos asociados con los estándares 2G, 3G y/o 4G.

25

[0089] Por lo tanto, se entiende que el procedimiento de comunicación y el nodo de interconexión 16 según la invención son más eficientes, y en particular, son más adecuados para redes o sistemas de comunicación inestables.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de comunicación dentro de un sistema de comunicación (22) que comprende una pluralidad de redes primarias (20) y uno o más nodos de interconexión (16), incluyendo cada red primaria (20) varios
 5 nodos de radiocomunicación (18) interconectados por enlaces de radiocomunicación (24) según el mismo protocolo de radiocomunicación, estando dos redes primarias vecinas (20) conectadas a través de uno o más nodos de interconexión (16),
 estando el procedimiento implementado por cada nodo de interconexión (16) y estando **caracterizado porque** comprende las siguientes etapas:
- 10 - determinación (100) de un identificador único para cada red primaria (20) a la que está conectado el nodo de interconexión (16);
 - transmisión (120) de cada identificador determinado a la red o redes primarias distintas de la red primaria correspondiente al identificador determinado; y
- 15 - cálculo (130), a partir de los identificadores de redes primarias, de una ruta de transmisión (36) de al menos un paquete de datos entre un nodo de origen y un nodo de destino, pasando la ruta de transmisión (36) a través de una o más redes primarias (20), siendo cada uno del nodo de origen y el nodo de destino un nodo de entre un nodo de radiocomunicación (18) y un nodo de interconexión (16).
- 20 2. Procedimiento de comunicación según la reivindicación 1, en el que las etapas de determinación (100) y de transmisión (120) se llevan a cabo de nuevo en caso de conexión de una nueva red primaria (20) al nodo de interconexión (16), o en el caso de la eliminación de una conexión entre el nodo de interconexión (16) y una red primaria correspondiente (20).
- 25 3. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento comprende además, después de la etapa de determinación (100) y antes de la etapa de transmisión (120), la siguiente etapa:
- 30 - poner en cola (110) el identificador determinado antes de su posible transmisión a las otras redes primarias;
 siendo la etapa (120) de transmitir el identificador determinado cancelada cuando el identificador determinado es, durante la etapa de puesta en cola (110), recibido desde otro nodo de interconexión que está conectado a la misma red o redes primarias que dicho nodo de interconexión (16).
- 35 4. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento comprende además, después de la etapa de determinación (110), la siguiente etapa:
- 40 - eliminación (146) de un paquete recibido cuando se recibe desde otro nodo de interconexión conectado a la misma red o redes primarias que dicho nodo de interconexión.
5. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento comprende además, después de la etapa de cálculo (130), la siguiente etapa:
- 45 - retransmisión (152) de un paquete recibido cuando no se ha recibido previamente desde otro nodo de interconexión conectado a la misma red o redes primarias que dicho nodo de interconexión, siendo dicho paquete entonces retransmitido a la siguiente red primaria, según la ruta de transmisión calculada (36).
6. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, durante la etapa de determinación (100), el identificador único de la red primaria se determina en función de un rango de
 50 frecuencias asociadas con los enlaces de radiocomunicación que conectan los nodos de radiocomunicación de la red primaria, de un canal de comunicación asociado con dichos enlaces de radiocomunicación, y de al menos una dirección de un nodo de radiocomunicación de la red primaria.
7. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el
 55 procedimiento comprende, durante la etapa (130) de cálculo de la ruta de transmisión (36), el cálculo de una topología de las redes primarias (20) dentro del sistema de comunicación (22) usando un protocolo de enrutamiento con estados de enlace entre las redes primarias, y la ruta de transmisión (36) se calcula a continuación a partir de dicha topología.
8. El procedimiento de comunicación según la reivindicación 7, en el que el cálculo de la topología de las
 60 redes primarias (20) dentro del sistema de comunicación (22) se realiza de nuevo solo cuando dos redes primarias (20) ya no están conectadas, o bien cuando dos redes primarias (20) están recién conectadas.
9. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada
 65 protocolo de radiocomunicación es un protocolo de acceso múltiple por división de tiempo, TDMA.

10. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, dentro de una misma red primaria (20), cada nodo de radiocomunicación (18) está dentro de la cobertura de radio de al menos otro nodo de radiocomunicación (18) de dicha red primaria.

11. Procedimiento de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que todos los nodos de radiocomunicación (18) de una misma red primaria (20) están configurados para comunicarse a través de un único rango de frecuencias elegidas del rango VHF y el rango UHF.

12. Programa informático que comprende instrucciones de software, que cuando se ejecutan por un procesador, implementan un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

10

13. Nodo de interconexión (16) destinado a conectarse al menos a una red primaria (20) dentro de un sistema de comunicación (22) que comprende una pluralidad de redes primarias (20) y uno o más nodos de interconexión (16), incluyendo cada red primaria (20) varios nodos de radiocomunicación (18) interconectados por enlaces de radiocomunicación (24) según el mismo protocolo de radiocomunicación, estando dos redes primarias vecinas (20) conectadas a través de uno o más nodos de interconexión (16), **caracterizado porque** comprende:

15

- un módulo de determinación (30) configurado para determinar un identificador único para cada red primaria a la que está conectado dicho nodo de interconexión;

20

- un módulo de transmisión (32) configurado para transmitir cada identificador determinado a la red o redes primarias distintas de la red primaria correspondiente al identificador determinado; y

- un módulo de cálculo (34) configurado para calcular, a partir de los identificadores de redes primarias, una ruta de transmisión (36) de al menos un paquete de datos entre un nodo de origen y un nodo de destino, pasando la ruta de transmisión (36) a través de una o más redes primarias (20), siendo cada uno del nodo de origen y el nodo de destino un nodo de entre un nodo de radiocomunicación (18) y un nodo de interconexión (16).

25

14. Estación de radiocomunicación (10) que comprende un nodo de interconexión (16) y uno o más nodos de radiocomunicación (18, 14), **caracterizado porque** el nodo de interconexión (16) es según la reivindicación anterior.

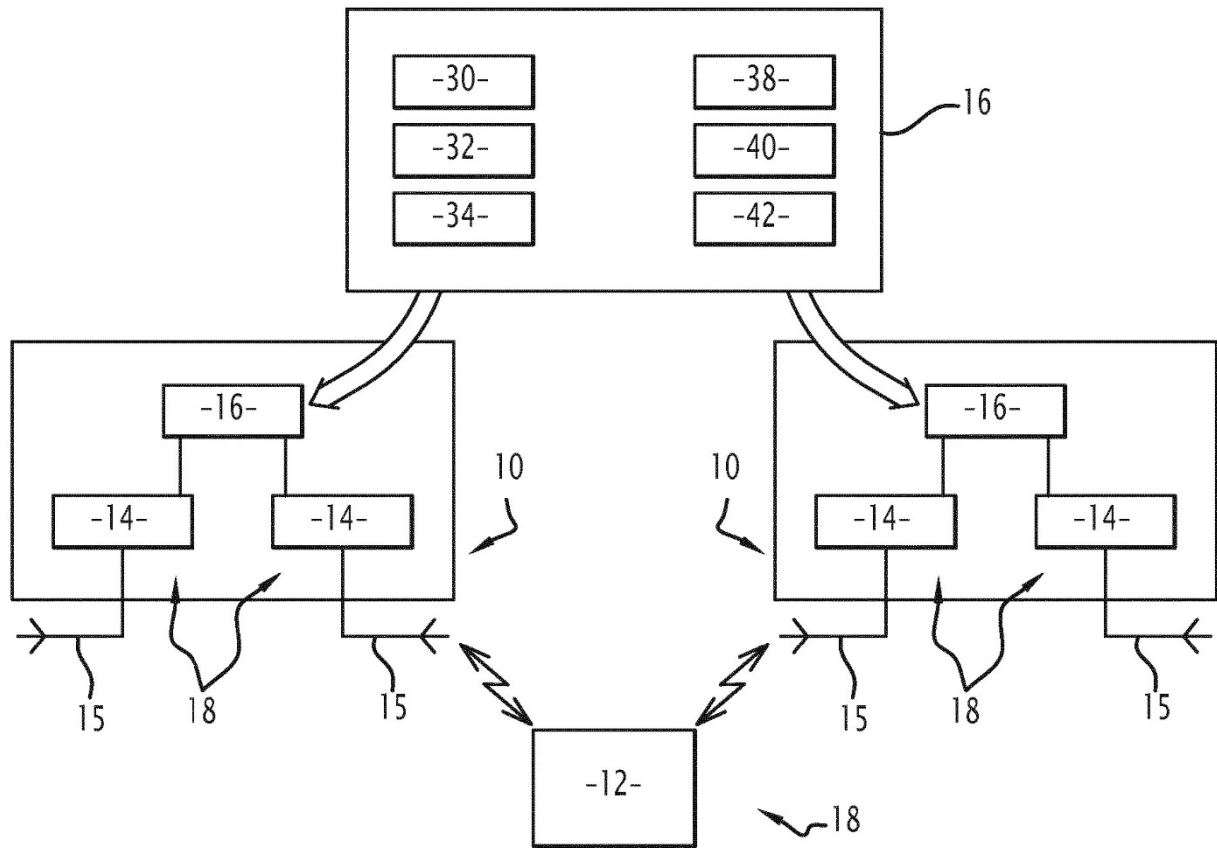


FIG. 1

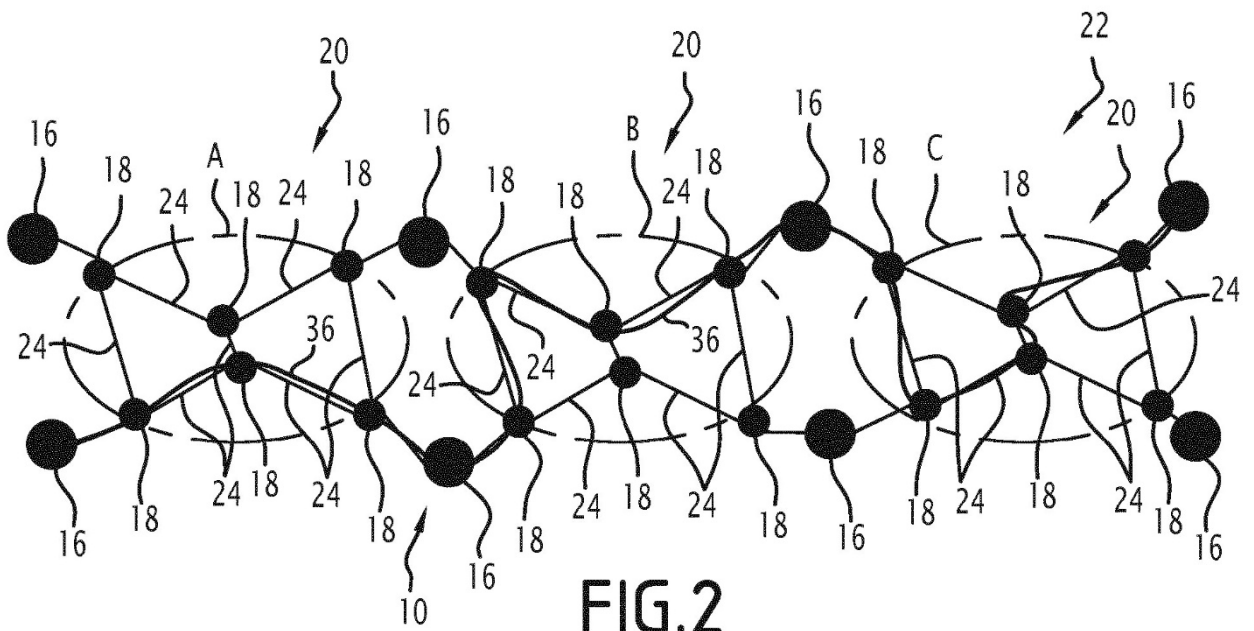


FIG. 2

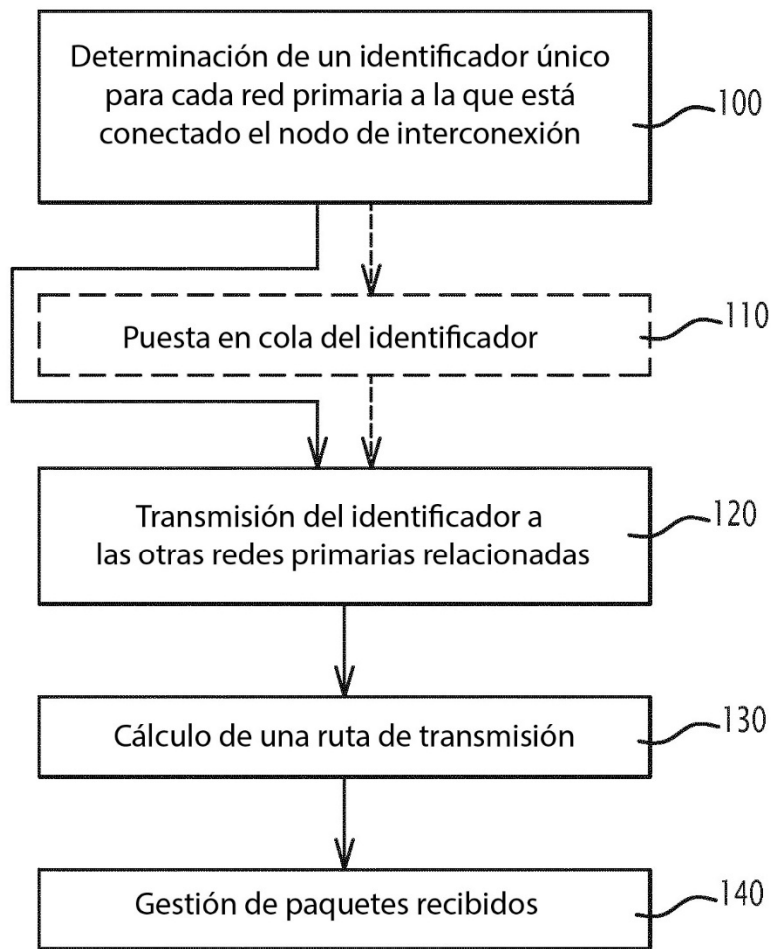


FIG.3

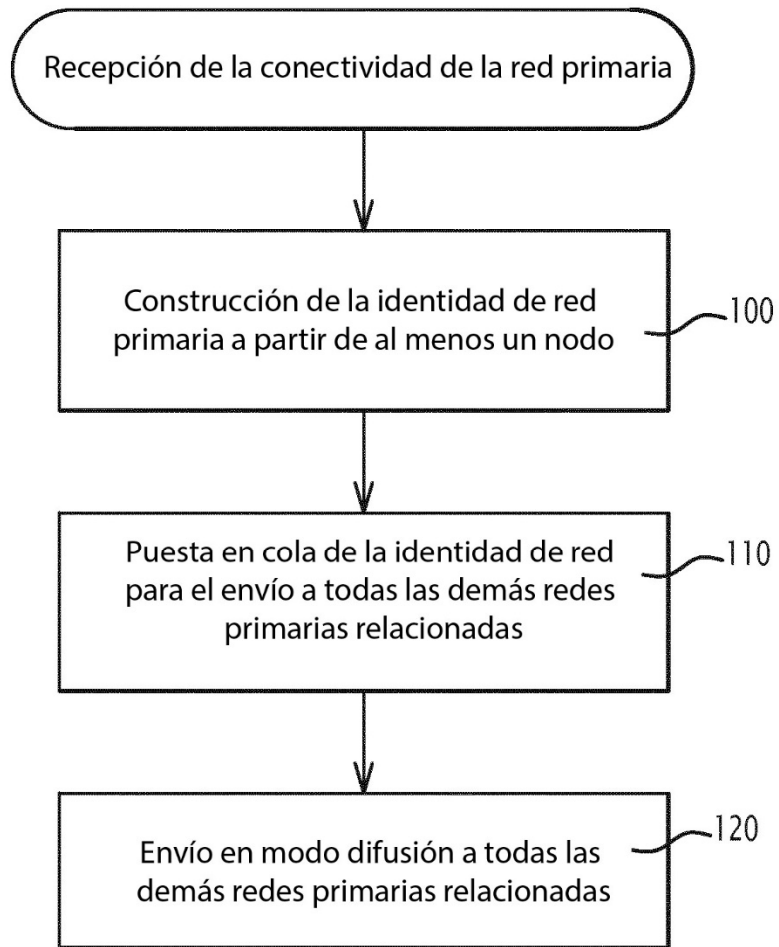
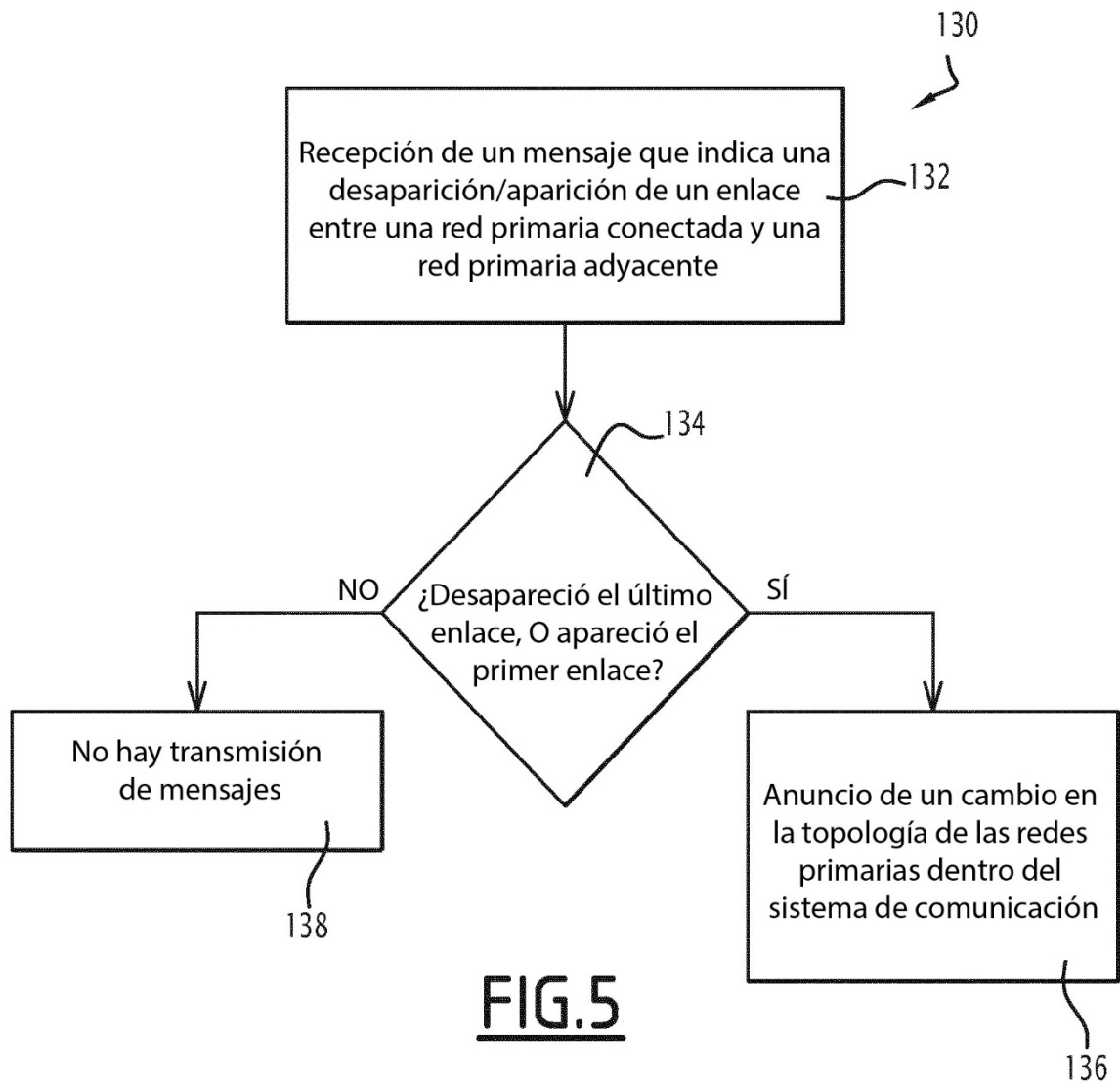


FIG.4



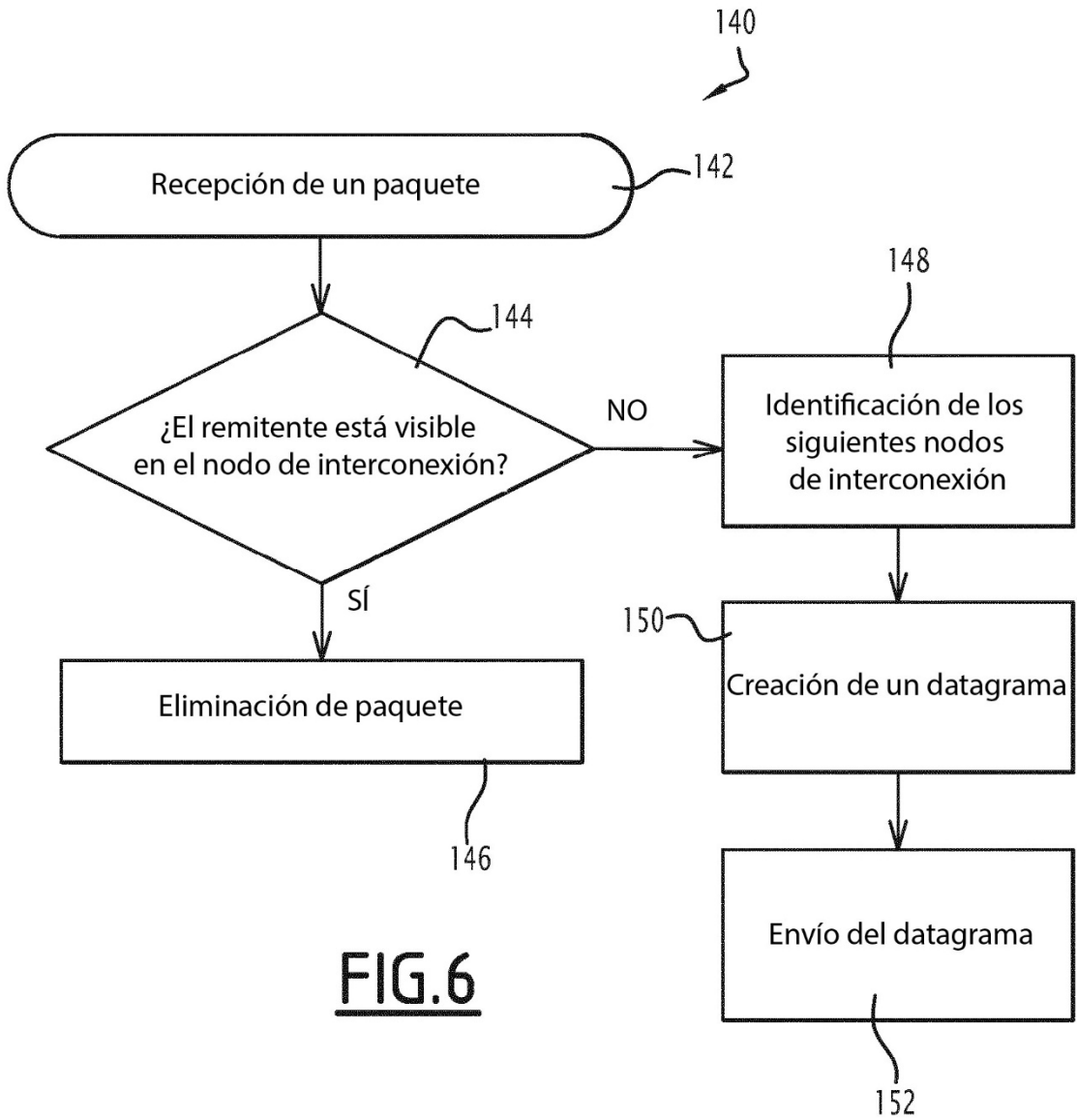


FIG.6

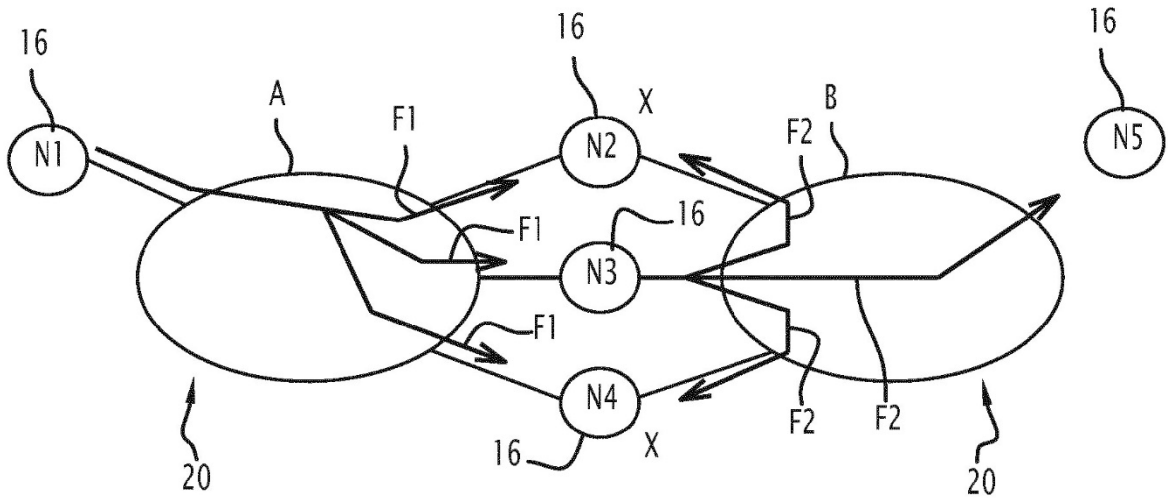


FIG.7