

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 938**

51 Int. Cl.:

H04W 4/00 (2008.01)

H04W 40/24 (2009.01)

H04W 40/32 (2009.01)

H04W 84/20 (2009.01)

H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2016 PCT/FR2016/050670**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16151259**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2016 E 16717985 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 3275217**

54 Título: **Procedimiento de comunicación en el seno de una agrupación de profundidad dinámica de dispositivos electrónicos comunicantes, dispositivo electrónico comunicante que implementa dicho procedimiento y sistema asociado**

30 Prioridad:

25.03.2015 FR 1552522

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

05.07.2019

73 Titular/es:

**TRAXENS (50.0%)
Les Baronnies Bâtiments C 15 rue Marc Donadille
13013 Marseille, FR y
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN
INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DARAGON, PASCAL;
GUZZO, NATALE;
NANDAGOBAN, ARULNAMBI y
MITTON, NATHALIE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 718 938 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de comunicación en el seno de una agrupación de profundidad dinámica de dispositivos electrónicos comunicantes, dispositivo electrónico comunicante que implementa dicho procedimiento y sistema asociado

5 La invención se refiere a un procedimiento de adhesión a una agrupación de dispositivos electrónicos comunicantes, estando dicho procedimiento implementado por una unidad de procesamiento de uno de dichos dispositivos electrónicos que se comunican con unos iguales a través de una red de comunicación inalámbrica.

La invención se refiere además a un sistema que incluye una pluralidad de dispositivos electrónicos comunicantes que implementan un procedimiento de adhesión de ese tipo.

10 A título de ejemplo de aplicación preferida pero no limitativa, la invención se describe a través de un ejemplo de aplicación relativo a una recogida de magnitudes físicas, tales como, por ejemplo, una temperatura, una tasa de humedad, una intensidad luminosa, una frecuencia de vibración, un choque etc., en conexión con los entornos interno y/o externo de recipientes de bienes o de mercancías o, de manera más general, de contenedores. Según dicho ejemplo de aplicación, dichos contenedores están amontonados y/o apilados sobre un área de almacenamiento o incluso itinerantes sobre una plataforma de transporte tal como un navío portacontenedores, un tren de mercancías o cualquier otra plataforma de transporte adaptada. Cada contenedor coopera con uno de dichos dispositivos electrónicos comunicantes. Estos últimos están encargados de recoger y de encaminar dichas magnitudes a través de mensajes de servicio destinados a dispositivos iguales que actúan como "cabezas de agrupación" o "Heads" según la terminología anglosajona. Una de las misiones de un dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación, que se podría denominar Head en el resto del documento, consiste en implementar un servicio determinado. Un servicio así puede consistir, por ejemplo, en agregar los datos recogidos por los dispositivos comunicantes y en transmitir dichos datos, después de su agregación, a una entidad distante, por medio de un enlace de largo alcance o larga distancia de tipo enlace de satélite o enlace radiotelefónico. La invención no debe sin embargo limitarse a este único ejemplo de aplicación. De manera más general, una Head está encargada de implementar un servicio dado en conexión con unos datos recogidos y encaminados por sus iguales, pudiendo referirse dicho servicio a una supervisión o una gestión de alarmas, en lugar de o como complemento de la comunicación con una entidad instante.

20
25

Existen numerosas tipologías o configuraciones de redes de objetos comunicantes.

30 La publicación de Natale Guzzo ET AL: "A Cluster-based and On-demand routing algorithm for Large-Scale Multi-hop Wireless Sensor Networks", publicada el 22 de septiembre de 2014, describe una red de comunicación inalámbrica de tipo ad hoc.

La figura 1 presenta de ese modo esquemáticamente una red de comunicación inalámbrica N1. Sea cual sea la red operada, cada dispositivo electrónico comunicante, al que también y por lo general se denomina "nodo" de dicha red, implementa un procedimiento de comunicación que le permite intercambiar mensajes de datos y/o de servicio con un nodo tercero o igual. De ese modo, la red N1 sitúa cuarenta dispositivos electrónicos comunicantes respectivamente referenciados en la figura 1: a1 a a8, b1 a b8, c1 a c8, d1 a d8 y e1 a e8.

35

Una red de ese tipo se califica generalmente como red multi-salto o "multi-hop network" según la terminología anglosajona. Según esta tipología, un primer nodo que denominaremos "origen", elabora un mensaje de servicio, representado en la figura 1 por una flecha doble, que incluye unos datos en conexión con, a título de ejemplo no limitativo, una magnitud medida por un captador que coopera con dicho primer nodo, destinado a un segundo nodo "destinatario".

40

Contrariamente a una comunicación necesariamente directa entre dos nodos de una red de salto simple (o "single-hop network" según la terminología anglosajona), la comunicación entre un primer y un segundo nodo puede ser directa o indirecta entre dos nodos de una red multi-salto tal como la red N1 en la figura 1. De ese modo, según una comunicación indirecta, un mensaje dirigido desde un nodo de origen puede ser retransmitido por uno o varios nodos terceros o intermediarios, cuyos papeles respectivos consisten en retransmitir dicho mensaje que emana del nodo de origen con el fin de que dicho mensaje sea encaminado en último término hacia y recibido por el nodo destinatario. Dichos nodos constituyen unas agrupaciones o "clusters" según la terminología anglosajona. A título de ejemplo, se representa una agrupación C11 mediante un recuadro con una línea de puntos en la figura 1. El encaminamiento según el cual un mensaje de servicio que emana de un nodo de origen con destino a un nodo destinatario, a través de uno o varios nodos retransmisores, en general se denomina "ruta". De ese modo, según la figura 1, un mensaje emitido desde el nodo a4 con destino a el nodo d2, es retransmitido sucesivamente por los nodos intermedios b4 y c3.

45
50

La comunicación en el seno de una red de comunicación multi-salto se realiza generalmente por vía radio. La comunicación es generalmente de reducido alcance, es decir del orden de algunos metros a algunas decenas de metros, de manera que, poco a poco, se transmitan unos mensajes de servicio entre los diferentes nodos. Cuando se supone que unos datos se han encaminado con destino a un servidor o, de manera más general, una entidad distante, se implementa un segundo modo de comunicación, por ejemplo, vía GSM ("Global System for Mobile Communications" según la terminología anglosajona) o GPRS ("General Packet Radio Service" según la

55

terminología anglosajona) incluso también, mediante un enlace por satélite.

Como lo indica a título de ejemplo preferido la figura 2, un nodo consiste en general y principalmente en un dispositivo electrónico comunicante 10 que incluye una unidad de procesamiento 11, por ejemplo en forma de un microcontrolador, que coopera con una memoria de datos 12, eventualmente una memoria de programas 14, estando eventualmente disociadas dichas memorias. La unidad de procesamiento 11 coopera con dichas memorias 12 y 14 por medio de buses de comunicación internos, representados en la figura 2 mediante dobles flechas en trazo simple. Generalmente, un dispositivo electrónico comunicante 10 incluye uno o varios captadores de medida 15 de una magnitud física en conexión con el entorno de dicho dispositivo 10. Un captador de ese tipo puede medir la temperatura ambiente, una tasa de humedad o la presencia/ausencia de luz. El dispositivo 10 además incluye unos primeros medios de comunicación 13 que cooperan con la unidad de procesamiento 11 y aseguran una comunicación de proximidad inalámbrica con cualquier otro dispositivo electrónico comunicante 10i situado dentro del alcance de comunicación. Se pueden incluir además unos segundos medios de comunicación 16 de tipo "larga distancia" que cooperan igualmente con la unidad de procesamiento 11. Estos segundos medios de comunicación permiten a un dispositivo 10 de ese tipo poder transmitir a una entidad distante, por ejemplo un servidor RS, unos datos a través de mensajes MC distribuidos mediante una red RR que utiliza, por ejemplo, las tecnologías GSM, GPRS o de satélite. Para funcionar, es decir para que la unidad de procesamiento 11 implemente un procedimiento derivado de la interpretación o de la ejecución, por dicha unidad de procesamiento, de instrucciones de programa P registradas en la memoria de programas 14, el dispositivo 10 incluye una fuente de energía eléctrica 17, en forma de una o varias baterías por ejemplo. La capacidad de un nodo para poder comunicar o sencillamente para poder funcionar está vinculada directamente a la capacidad energética restante y disponible de dicho nodo. En efecto, los intercambios entre nodos, los procesamientos o cálculos implementados por estos últimos utilizando unos datos intercambiados, así como el encaminamiento eventual y distante de datos recogidos en el seno de una red o de una agrupación de dispositivos electrónicos comunicantes, son otras tantas acciones consumidoras de energía eléctrica.

Ciertos constructores u operadores han buscado optimizar unas redes o unos procedimientos de comunicación implementados por unos nodos en el seno de una red o de una agrupación para preservar globalmente la capacidad de energía eléctrica de la red o de la agrupación. Globalmente, un primer planteamiento consiste en repartir el coste energético que se deriva de los intercambios entre los nodos sobre el conjunto de dichos nodos de la red o de la agrupación. Un segundo planteamiento consiste en repartir el consumo energético que se deriva de los procesamientos implementados sobre unos datos recogidos, por ejemplo una emisión de larga distancia, sobre la mayor parte de los nodos, repartiendo así el consumo eléctrico en una pluralidad de nodos. De ese modo, tanto si la red de comunicación sin contacto está en configuración de salto simple como de multi-salto, un nodo puede designarse arbitrariamente o promoverse como nodo "cabeza de red" o al menos como cabeza de agrupación, es decir un nodo Head. En conexión con la figura 1, un dispositivo que actúa como Head se representa por un círculo dibujado en trazo grueso. Se trata del nodo d2 para la red N1. El nodo d2 actúa así como Head de la agrupación C1. De esta manera, la energía consumida, principalmente para transmitir a distancia los datos recogidos en el seno de una red, se reparte sobre una pluralidad de nodos. Como variante, las Head pueden designarse aleatoriamente, o más precisamente pueden auto-designarse aleatoriamente respectivamente Heads, con la condición de que estas últimas dispongan de medios materiales y/o de programación suficientes para implementar un servicio determinado.

A título de ejemplo, el procedimiento "LEACH", tal como se describe principalmente por el documento titulado "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks" (W. Heinzelman, A. Chandrakasan, H. Balakrishnan - IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS, VOL. 1, N.º 4, octubre de 2002), permite en una red de salto simple, designar aleatoriamente un nodo para que se convierta en Head. Los otros nodos que pertenecen a la agrupación de dicha Head, nodos que denominaremos respectivamente "Miembro" o "Member" según la terminología anglosajona, dirigen a la cabeza de agrupación, por tanto a la Head, sus mensajes de servicio. En conexión con la figura 1, cada nodo Miembro se representa por un círculo dibujado en trazo fino. De ese modo, en el seno de la red N1, la Head d2 se comunica directamente con los nodos c1 a c4, d1, d3 y d4 así como con los nodos e1 a e4. A través del Miembro c1, la Head d2 se comunica con el Miembro b1 que puede retransmitir a su vez unos mensajes hacia o con destino al Miembro a1. La Head d2 recoge dichos datos emitidos desde diferentes nodos Miembros, los procesa, los agrega incluso los consolida y activa, por ejemplo, una emisión de largo alcance con destino a una entidad distante, tal como un servidor RS descrito en conexión con la figura 2. Según esta técnica conocida, una vez que un nodo ha prestado el papel de Head, no puede prestar de nuevo un papel así antes de la expiración de un período determinado. Se designa entonces aleatoriamente un nuevo nodo Miembro como Head, asegurando así una continuidad de servicio. Para que un nodo, que denominaremos "libre" o "loose" según la terminología anglosajona, representado por un círculo dibujado en trazo doble en conexión con la figura 1, pueda "adherirse" a una Head y constituir así una nueva agrupación o unirse a una agrupación existente, un tal nodo libre, situado dentro del alcance radio de un nodo promovido o designado Head, se dispone para recibir un mensaje de adscripción MH que emana de dicha Head, emitido, en general, en forma de una emisión indiferenciada (también conocida por la denominación anglosajona "broadcast") de mensajes de adscripción MH destinados a cualquier nodo situado dentro del alcance radio de la Head. La figura 1 permite, a través de la red N1, describir la resultante de una emisión del mensaje MH transmitido desde el nodo d2, designado para actuar como Head, mensaje MH transmitido según un modo emisión de corto alcance a los nodos situados dentro del alcance de comunicación. Con la recepción de un mensaje de adscripción MH de ese tipo, un nodo libre, por ejemplo el nodo e2, actualiza su memoria de datos, cooperando dicha memoria con su unidad de procesamiento para consignar en ella las

coordenadas o el valor del identificador del Head, es decir el identificador del nodo d2 en conexión con la figura 1. El dispositivo e2, anteriormente libre, se convierte en Miembro de la agrupación C11. Aparece de ese modo representado por un círculo en trazo delgado sobre la figura 1. El dispositivo d2, actuando como Head, se convierte en el destinatario de cualquier mensaje de servicio MS que incluya unos datos recogidos por el dispositivo e2 recientemente Miembro de la agrupación C11 al igual que otros dispositivos Miembros de dicha agrupación. La emisión del mensaje MH por el nodo d2 tiene un alcance limitado. También unos nodos, situados fuera del alcance, no reciben el mensaje MH como mensaje inteligible, incluso no lo reciben en absoluto. Los nodos que están fuera del alcance de d2, tales como los nodos a5 a a8 o también los modos b5 a b8 siguen siendo nodos libres, representados por unos círculos dibujados en trazo doble. La agrupación C11 no incluye más que el nodo d2, que actúa como Head, y los nodos Miembros, es decir que han aceptado la adscripción de la Head d2.

Una transposición de la enseñanza LEACH en el marco de una red multi-saltos, como la red N1 descrita en conexión con la figura 1 permitiría suponer que los nodos, que se convierten en Miembros de la agrupación que incluye un nodo que actúa como Head, registran, en el seno de sus memorias de datos respectivas, la ruta, es decir, el valor del identificador del nodo que actúa como Head y al menos un valor del identificador del nodo que ha retransmitido el mensaje de adscripción de dicha Head, incluso como variante, los valores respectivos de los identificadores de los nodos intermedios o retransmisores que lo separan de dicha Head. Así, título de ejemplo, el nodo c2 registra el valor del identificador de la Head d2, habiendo recibido directamente el mensaje de adscripción MH de dicho nodo d2. El nodo b2 registra, por su parte, además del valor del identificador del nodo d2, el valor de aquel nodo c2 que ha retransmitido el mensaje de adscripción MH de d2 en favor del nodo b2.

Un planteamiento de ese tipo permite en teoría, o al menos según un modo de aplicación perfecto, preservar los recursos energéticos globales de una red de comunicación que incluye una pluralidad de nodos comunicantes. En la práctica o en la realidad, y principalmente según los campos de aplicación o de utilización de una red de comunicación de ese tipo en conexión con el transporte de contenedores que cooperan con dispositivos electrónicos comunicantes, una solución así sigue siendo no aplicable, al menos poco eficaz.

En efecto, tomemos como ejemplo de aplicación preferida y no limitante, la utilización de una red de comunicación inalámbrica cuyos nodos registran, recogen y transmiten unas medidas en conexión con una pluralidad de contenedores, tales como unos contenedores de bienes o de mercancías. Imaginemos que cada contenedor se asocia a un dispositivo electrónico comunicante que implementa un procedimiento de comunicación tal como el LEACH o un equivalente de tipo multi-salto. Según esta hipótesis, cada dispositivo electrónico comunicante asociado a un contenedor actúa como nodo en el seno de la red inalámbrica, tal como la red N1 descrita en conexión con la figura 1. Imaginemos que el modo de comunicación entre nodos se efectúa vía radio. Además del hecho de que un procedimiento de comunicación de tipo LEACH implica un planteamiento de salto simple, imponiendo así que cada nodo pueda estar en condiciones de comunicarse directamente con una Head, la disposición relativa de los contenedores, por ejemplo sobre un navío, sobre un área de almacenamiento o sobre cualquier plataforma de transporte por carretera o ferroviaria, crea un contexto de aplicación, de modo que un nodo designado Head pudiera no ser o pudiera no estar en condiciones de asegurar su misión, consistente por ejemplo en transmitir unos datos agregados con destino a una unidad distante, debido únicamente a su posicionamiento en un apilado de contenedores por ejemplo. En efecto, son numerosos los obstáculos creados por una plataforma de transporte y/o un espacio de almacenamiento, debido a cierres o confinamientos parciales impuestos por la estructura de alojamiento de contenedores, o también por las interacciones generadas mutuamente por los contenedores en sí mismos, cuyo apilado puede implicar una degradación, incluso la pérdida de capacidad para poder transmitir unos datos vía larga distancia por parte de una Head. El riesgo de constatar una pérdida de datos, de lentitudes en el encaminamiento de dichos datos, pero también de gastos energéticos inútiles y no adecuados para "animar" a una agrupación cuya Head no fuera capaz de asegurar eficazmente su función o servicio, es muy grande. Este riesgo es tanto mayor en el caso en que las elecciones aleatorias de Heads consecutivas se traducen en unas "elecciones" poco fructuosas. Para resolver estos inconvenientes, los presentes solicitantes han concebido una red de comunicación inalámbrica, particularmente innovadora y eficaz, cualquiera que sea la disposición relativa de los nodos y cualquiera que sea el marco de aplicación o de utilización de dicha red, tanto si esta es de tipo de salto simple como multi-salto. Una red de ese tipo permite optimizar la capacidad global de la red para asegurar un servicio determinado a partir de datos recogidos por los diferentes nodos. Se apoya principalmente en un procedimiento de adhesión a una agrupación de dispositivos comunicantes según la capacidad de una Head para asumir un papel de ese tipo para, a título de ejemplo no limitativo, emitir unos datos según un modo de comunicación de larga distancia. Cada nodo que implementa un procedimiento de ese tipo puede decidir actuar como Head si está en condiciones de hacerlo. Recíprocamente, todo nodo libre puede decidir adherirse o no a una agrupación según la capacidad de la Head, ventajosamente auto-designada cabeza de la agrupación o Head. Como complemento, los presentes solicitantes han concebido una red de comunicación inalámbrica, particularmente innovadora y robusta, comprendiendo en ella cuando los modos que constituyen dicha red son móviles relativamente entre ellos o cuando la topología de dicha red se muestra particularmente fluctuante. Según esta innovación, todo nodo libre puede solicitar, previa petición, un procedimiento de afiliación ante un Miembro de una agrupación. Un procedimiento de afiliación de ese tipo puede derivar de una adaptación de una red tal como la descrita anteriormente e ilustrada en conexión con la figura 1. Una demanda de afiliación de un nodo libre se representa por una flecha de trazos dobles. Se trata en este caso del nodo libre a4, anteriormente libre, que solicita una afiliación ante el nodo b4, Miembro de la agrupación C11 cuya Head es el nodo d2. El nodo a4 se convierte en Afiliado en la

agrupación C11, representado por un círculo discontinuo. De ese modo, aunque a4 no estuviera en situación de recibir un mensaje de adscripción MH que emana de la Head d2, puede unirse, previa petición, a la agrupación C11. Cada nodo, que implementa un procedimiento de afiliación de ese tipo, puede solicitar, de manera más general, previa petición e independientemente de la política de adscripción de una Head, una afiliación ante un Miembro de una agrupación y, de ese modo, transmitir los mensajes de servicio con destino a dicha Head, principalmente a través del nodo Miembro que haya aceptado el procedimiento de afiliación. Se puede de ese modo extender unas agrupaciones constituidas después de un procedimiento de adscripción, incluso transformar una red de tipo de simple salto en una "pseudo red multi-salto" más precisamente adaptar una red de simple salto cuya agrupación se convierte en una estructura de tipo multi-salto, funcionando un nodo Miembro, que ha aceptado una demanda de afiliación, como nodo retransmisor del nodo afiliado para la transmisión de mensajes de servicio.

Cualquiera que sea el tipo de red operada, las capacidades respectivas de los nodos que implementan un procedimiento de adhesión y/o de afiliación a una agrupación evolucionan al cabo del tiempo.

Aunque propone un avance significativo, una solución de ese tipo presenta, a semejanza de las soluciones simultáneas evocadas anteriormente, ciertos límites o inconvenientes, principalmente cuando una red de comunicación se utiliza en un contexto de aplicación en el que la topología de dicha red es particularmente cambiante. En efecto, cualquiera que sea la red de comunicación elegida, las rutas o topologías, es decir la constitución o la destrucción de agrupaciones, de dicha red no son actualizadas con regularidad suficiente o según una frecuencia suficiente para tener en cuenta la dinámica de dicha red. Utilizando las soluciones conocidas, si dichas actualizaciones se realizaran según una gran frecuencia, el número de mensajes de adscripción, de destrucción de la agrupación o de servicio se vería multiplicado por diez, de manera que el objetivo principal que se dirige a preservar el consumo energético de los nodos de la red no se habría cumplido.

Por otro lado, la constitución de una agrupación de gran profundidad, es decir según la que puede localizarse un Miembro a una distancia en número de saltos consecutiva, puede generar un tráfico de mensajes grande inherente, por ejemplo, a los retransmisores de mensajes de adscripción MH o de servicio MS por los Miembros retransmisores. Dichas retransmisiones iteradas con gran frecuencia, lo que es más, por numerosos Miembros, pueden sobrecargar las capacidades energéticas de dichos Miembros retransmisores para poder recoger datos, producir y emitir con destino a una Head sus propios mensajes de servicio. Para una red de salto simple, la profundidad se fija en un salto. Para una red multi-salto, no existe un método conocido que permita limitar de manera eficaz, incluso de regular dinámicamente, de manera homogénea y controlada, la profundidad de una agrupación.

La invención permite responder en todo o en parte a los inconvenientes suscitados por las soluciones conocidas. Al constituir una red de comunicación inalámbrica, particularmente innovadora y eficaz, cualquiera que sea la disposición relativa de los nodos y cualquiera que sea el marco de aplicación o de utilización de dicha red, la invención permite optimizar la capacidad global de la red para asegurar un servicio determinado a partir de datos recogidos por los diferentes nodos. La originalidad principal del procedimiento de adhesión a una agrupación de dispositivos electrónicos comunicantes reside en unas modalidades de elección de Heads y/o en la aptitud conferida a cualquier nodo para aceptar o modular su función de Miembro retransmisor. Cada nodo que implementa un procedimiento según la invención puede decidir actuar como Head precisando la profundidad de la agrupación que desea. Cada nodo puede además, según su capacidad para dedicar una cuota de sus recursos a la retransmisión de mensajes de adscripción o de servicio, por ejemplo, mantener o limitar esta acción. Una limitación de ese tipo tiene como efecto reducir la profundidad de la agrupación de la que el nodo es Miembro, o al menos, limitar la ruta descendente a la que dicho nodo pertenece.

Entre las numerosas ventajas aportadas por la invención, se puede mencionar que estas permiten:

- regular de manera adecuada los gastos energéticos en los nodos de la red, prolongando de ese modo la capacidad de dicha red para proporcionar un servicio de manera inigualada con relación al estado de la técnica;
- concebir una red, o al menos una estructura de nodos, automáticamente adaptable y que funciona a merced de los cambios de posiciones relativas entre los nodos o de la evolución de las condiciones de utilización de dichos nodos, por ejemplo durante el mantenimiento, almacenamiento o transporte de contenedores asociados cada uno a un dispositivo electrónico de acuerdo con la invención;
- favorecer la robustez del servicio, por ejemplo la emisión de datos por una vía de larga distancia, concediendo a cada nodo de acuerdo con la invención la oportunidad de determinar su papel en el seno de la red.

Con este fin, la invención se refiere inicialmente a un procedimiento de comunicación en el seno de una red que comprende una pluralidad de dispositivos electrónicos comunicantes, estando dicho procedimiento implementado por una unidad de procesamiento de un primer dispositivo electrónico comunicante entre dichos dispositivos electrónicos comunicantes en el seno de la red, incluyendo dicho primer dispositivo electrónico comunicante, además de dicha unidad de procesamiento, una memoria de datos, unos primeros medios de comunicación que aseguran una comunicación de proximidad inalámbrica con un dispositivo electrónico comunicante tercero de la red situado dentro del alcance de comunicación, cooperando dicha memoria de datos y dichos primeros medios de comunicación con dicha unidad de procesamiento, incluyendo la memoria de datos el valor de un identificador dedicado a dicho primer dispositivo electrónico comunicante y un registro para memorizar el valor actual de un identificador de un segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de una agrupación. Un

procedimiento de ese tipo incluye:

- 5 - una etapa para recibir, a través de los primeros medios de comunicación, un mensaje de adscripción elaborado y emitido por un dispositivo electrónico comunicante en el seno de la red, codificando dicho mensaje de adscripción el identificador del segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación;
- una etapa para decodificar dicho mensaje de adscripción y deducir el valor de dicho identificador del segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de la agrupación y, llegado el caso, el valor del identificador de un tercer dispositivo electrónico comunicante que haya retransmitido dicho mensaje de adscripción;
- 10 - una etapa para actualizar el registro para que este último memorice, como valor actual del identificador del dispositivo que actúa como cabeza de agrupación, dicho valor del identificador del segundo dispositivo que actúa como cabeza de agrupación deducido del mensaje de adscripción decodificado y, llegado el caso, que dicho registro memorice además, como ruta ascendente hacia dicho segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación, el valor del identificador del tercer dispositivo electrónico comunicante.

15 Para controlar la profundidad de la agrupación, la invención prevé que:

- dicho mensaje de adscripción codifique además un dato TTL que traduce la aptitud de un dispositivo electrónico comunicante que recibe dicho mensaje de adscripción para poder retransmitir este último;
- la etapa para decodificar dicho mensaje de adscripción deduce además el valor de dicho dato TTL;
- 20 - la etapa para actualizar el registro está adaptada para que dicho registro memorice el valor actual de dicho dato TTL previamente disminuido en una unidad.

La invención prevé además que un procedimiento de comunicación según la invención incluya:

- una etapa para producir un mensaje de adscripción retransmitido, comprendiendo dicho mensaje:
 - o un primer campo que codifica al valor actual de identificador del dispositivo que actúa como cabeza de agrupación inscrito en el registro;
 - 25 o un segundo campo que caracteriza una ruta ascendente hacia el segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación, y que codifica el identificador del primer dispositivo electrónico comunicante;
 - o un tercer campo que codifica el valor actual del dato TTL inscrito en el registro;
- una etapa para desencadenar la emisión por parte de los primeros medios de comunicación de dicho mensaje retransmitido si una etapa previa, que consiste en comparar el valor actual del dato TTL inscrito en el registro con un valor mínimo determinado, muestra que dicho valor actual de TTL es estrictamente superior a dicho dato mínimo.
- 30

Con el fin de verificar ventajosamente que el segundo dispositivo electrónico comunicante está correctamente capacitado para actuar como cabeza de agrupación:

- 35 - el mensaje de adscripción recibido puede incluir un dato que traduce la capacidad del segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación para poder asegurar un servicio dado;
- la etapa para decodificar dicho mensaje de adscripción puede deducir además de dicho mensaje de adscripción dicho dato que traduce dicha capacidad;
- 40 - la etapa para actualizar el registro puede consistir además en inscribir en dicho registro el valor de dicho dato que traduce la capacidad del dispositivo que actúa como cabeza de agrupación.

Según este modo de realización ventajoso, el primer dispositivo electrónico comunicante puede decidir unirse a la agrupación del segundo dispositivo electrónico comunicante según ciertas aptitudes de este último. Para ello, la etapa para actualizar el registro e inscribir en él el valor actual del identificador del dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación puede ventajosamente no finalizarse más que si el dato que traduce dicha capacidad es superior o igual a un umbral mínimo de exigencia determinado.

Para implementar una reducción de profundidad de la agrupación, la invención prevé que un procedimiento de comunicación pueda incluir:

- 50 - una etapa para recibir un mensaje de fin de retransmisión elaborado y emitido por el tercer dispositivo electrónico comunicante, incluyendo dicho mensaje de fin de retransmisión el identificador de dicho tercer dispositivo electrónico comunicante;
- una etapa para decodificar dicho mensaje de fin de retransmisión y para deducir el valor de dicho identificador;
- una etapa para actualizar el registro que incluye el valor actual de un identificador de un dispositivo que actúa como cabeza de agrupación, para borrar dicho valor actual o sustituir este por un valor predeterminado que traduce una ausencia de identificador del dispositivo que actúa como cabeza de agrupación, no efectuándose dicha actualización del registro más que si el valor del identificador deducido del mensaje de fin de retransmisión
- 55

está comprendido en el registro como ruta ascendente hacia el dicho dispositivo que actúa como cabeza de agrupación.

5 Para que un miembro de una agrupación pueda suspender por sí mismo su papel de miembro retransmisor y preservar así su aptitud para producir y transmitir un mensaje de servicio con destino al dispositivo que actúa como cabeza de agrupación, la etapa que consiste en comparar el valor actual del dato TTL inscrito en el registro de un valor mínimo determinado, puede consistir además en producir una capacidad para retransmitir unos mensajes en favor de dispositivos electrónicos comunicantes, perteneciendo dichos dispositivos electrónicos comunicantes a una ruta descendente desde el primer dispositivo electrónico comunicante, según un parámetro funcional de dicho dispositivo y en comparar dicha capacidad producida con un umbral mínimo funcional predeterminado. La etapa para desencadenar la emisión por parte de los primeros medios de comunicación de dicho mensaje retransmitido no se implementa en consecuencia más que si dicha capacidad producida es estrictamente superior a dicho umbral mínimo funcional predeterminado.

15 Para regular la profundidad de la agrupación inducida por la recepción del mensaje de adscripción que codifica un dato TTL inferior al de un mensaje de adscripción precedente, la invención prevé un primer modo de realización según el cual la etapa para actualizar el registro a continuación de la decodificación del mensaje de adscripción puede consistir además en desencadenar, simultáneamente con la actualización del registro, unos medios de medición de una duración, incluyendo dicho procedimiento de comunicación una etapa para comparar dicha duración con un periodo de espera máximo predeterminado y para actualizar dicho registro y borrar o sustituir el valor actual del identificador del dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación por un valor predeterminado que traduce una ausencia de identificador del dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación.

25 Según un segundo modo de realización, un mensaje de adscripción puede incluir un campo que codifica un dato TTL-e que caracteriza la profundidad máxima de la agrupación deseada por el segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación y un campo que codifica un dato DST que caracteriza la distancia que separa el dispositivo electrónico comunicante emisor de dicho mensaje de adscripción sobre una ruta descendente desde el dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación (d2). Según este segundo modo de realización la etapa para decodificar dicho mensaje de adscripción puede deducir los valores de dichos datos TTL-e y DST. La etapa para actualizar el registro puede adaptarse igualmente para que dicho registro memorice el valor del dato TTL-e y el valor, previamente incrementado en una unidad, del dato DST. La invención prevé entonces que dicho procedimiento de comunicación pueda incluir además una etapa para comparar dichos valores TTL-e y DST inscritos en el registro y para actualizar dicho registro y borrar o sustituir el valor actual del identificador del dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación por un valor predeterminado que traduce una ausencia de identificador del dispositivo que actúa como cabeza de agrupación.

35 Cualquiera que sea el modo de realización de un procedimiento de comunicación de acuerdo con la invención, el primer dispositivo electrónico comunicante puede determinar dinámicamente una profundidad pertinente de la agrupación en la que desea actuar como cabeza de agrupación. En este sentido, el procedimiento de comunicación según la invención puede incluir ventajosamente:

- 40 - una etapa para determinar la profundidad máxima de la agrupación cuyo primer dispositivo electrónico comunicante desea ser cabeza de agrupación según un parámetro de funcionamiento de dicho dispositivo;
- una etapa para codificar un mensaje de adscripción y desencadenar la emisión de dicho mensaje por parte de los primeros medios de comunicación, incluyendo dicho mensaje un primer campo que codifica el identificador de dicho primer dispositivo electrónico comunicante y un segundo campo que codifica el dato TTL cuyo valor se inicializa con el de la profundidad máxima de la agrupación producida.

45 Como variante, un procedimiento de comunicación de ese tipo puede incluir:

- una etapa para determinar la profundidad máxima de la agrupación cuyo primer dispositivo electrónico comunicante desea ser cabeza de agrupación según un parámetro de funcionamiento de dicho dispositivo;
- una etapa para codificar un mensaje de adscripción y desencadenar la emisión de dicho mensaje por parte de los primeros medios de comunicación, incluyendo dicho mensaje unos campos que codifican respectivamente:
 - 50 o el identificador de dicho dispositivo;
 - o el dato TTL cuyo valor se inscribe en el registro;
 - o el dato TTL-e cuyo valor se inicializa con el de la profundidad máxima de la agrupación determinada;
 - o el dato DST cuyo valor se inicializa a un valor que indica una distancia nula en número de saltos.

55 Para no desencadenar la emisión de mensajes de adscripción mientras que el primer dispositivo electrónico no comunicante no tenga la capacidad de asegurar plenamente el papel de cabeza de agrupación, un procedimiento de comunicación según la invención puede incluir ventajosamente una etapa para evaluar la capacidad del primer dispositivo electrónico comunicante para asumir un servicio determinado, consistiendo dicha etapa en estimar un

parámetro de funcionamiento de dicho dispositivo y en producir un dato que traduce la capacidad de dicho dispositivo para poder asegurar dicho servicio determinado y para el que la etapa de codificar un mensaje de adscripción consiste en prever, en el seno de dicho mensaje de adscripción, un campo que codifica dicho dato que traduce dicha capacidad previamente al desencadenamiento de la emisión de dicho mensaje por parte de los primeros medios de comunicación.

Un procedimiento de ese tipo puede incluir una etapa para comparar el dato que traduce dicha capacidad con un umbral funcional mínimo de exigencia y para el que la etapa para desencadenar la emisión del mensaje de adscripción no se actualiza más que si el dato que traduce dicha capacidad es superior o igual a dicho umbral funcional mínimo de exigencia.

Según un segundo objeto, la invención se refiere a un producto de programa informático que incluye unas instrucciones de programa que, cuando son:

- previamente registradas en una memoria de programa de un dispositivo electrónico comunicante que incluye además una unidad de procesamiento, unos primeros medios de comunicación que aseguran una comunicación de proximidad inalámbrica con cualquier otro dispositivo electrónico situado dentro del alcance de comunicación, una memoria de datos que registra el valor de un identificador dedicado al dispositivo y un registro para incluir el valor actual de un identificador de un dispositivo que actúa como cabeza de agrupación, cooperando dichas memorias y dichos primeros medios de comunicación con dicha unidad de procesamiento;
- ejecutados o interpretados por dicha unidad de procesamiento;

provocan la implementación de un procedimiento de comunicación de acuerdo con la invención.

Según un tercer objeto, la invención se refiere a un dispositivo electrónico comunicante que incluye una unidad de procesamiento, una memoria de datos, una memoria de programas, unos primeros medios de comunicación que aseguran una comunicación de proximidad inalámbrica con cualquier otro dispositivo electrónico comunicante situado dentro del alcance de comunicación, cooperando dichas memorias y dichos primeros medios de comunicación con dicha unidad de procesamiento, incluyendo la memoria de datos el valor de un identificador dedicado al dispositivo electrónico comunicante y un registro para incluir el valor actual de un identificador de un dispositivo que actúa como cabeza de agrupación. Un dispositivo electrónico comunicante de ese tipo incluye en la memoria de programas, las instrucciones de un producto de programa informático tal como se ha descrito anteriormente y de acuerdo con la invención.

Según un cuarto objeto, la invención se refiere a un sistema que incluye una pluralidad de dispositivos electrónicos comunicantes igualmente de acuerdo con la presente invención.

Según un modo de aplicación preferido, un sistema de ese tipo puede incluir ventajosamente una pluralidad de contenedores de bienes, de mercancías sólidas, fluidas o líquidas, cooperando dichos contenedores respectivamente con los dispositivos electrónicos comunicantes, incluyendo estos últimos cada uno un captador que coopera con la unidad de procesamiento para medir y recoger una magnitud en conexión con los ambientes interno y/o externo de dichos contenedores.

Surgirán más claramente otras características y ventajas con la lectura de la descripción que sigue que se refiere a un ejemplo de realización dado a título indicativo y no limitativo y al examen de las figuras que lo acompañan entre las que:

- la figura 1, anteriormente descrita, ilustra un ejemplo de configuración multi-salto de una red de comunicación inalámbrica;
- la figura 2, ya descrita parcialmente, presenta la arquitectura funcional de un dispositivo electrónico comunicante según la técnica anterior y según la invención cuando este último está adaptado para implementar un procedimiento de adhesión a una agrupación de dispositivos que se comunican con unos iguales a través de una red de comunicación inalámbrica, estando dicho procedimiento de acuerdo con la invención;
- las figuras 3 y 4 describen respectivamente dos situaciones según las que la profundidad de una agrupación puede regularse dinámicamente según la invención;
- la figura 5 presenta la descripción funcional de un procedimiento de adhesión de ese tipo según la invención.

Un dispositivo electrónico comunicante de acuerdo con la invención se asemeja a un dispositivo 10 conocido, tal como el descrito anteriormente en conexión con la figura 2.

Por esta razón, un dispositivo electrónico comunicante de acuerdo con la invención incluye una unidad de procesamiento 11, que consiste en uno o varios microcontroladores encargados de implementar unos procesamientos sobre unos datos principalmente. Dichos datos se registran ventajosamente, en todo o en parte, sobre una o varias memorias de datos 12, generalmente eléctricamente borrables e inscribibles. La memoria de datos 12 puede incluir ventajosamente una sección no borrrable, físicamente aislada o simplemente dispuesta para que se prohíba un acceso en escritura o borrado. Un acceso de ese tipo puede como variante requerir la satisfacción de un procedimiento de autenticación. Una sección así ventajosa de la memoria de datos 12, cuyo acceso para

modificación está restringido, permite consignar en ella principalmente el valor de un identificador ID dedicado al dispositivo electrónico comunicante. Ventajosamente pero de manera no obligatoria, un dispositivo 10 puede incluir además una o varias memorias de programa 14 para registrar uno o varios programas o, de manera más general, uno o varios conjuntos de instrucciones de programas, siendo inteligibles dichas instrucciones de programas para la

5 unidad de procesamiento 11. La ejecución o la interpretación de dichas instrucciones por dicha unidad de procesamiento provoca la actualización de un procedimiento de procesamiento de datos o de funcionamiento del dispositivo 10. Este último incluye igualmente unos primeros medios de comunicación 13 que aseguran una comunicación de proximidad inalámbrica con cualquier otro dispositivo electrónico, tal como el dispositivo 10i, con la

10 condición de que este último esté dentro del alcance de comunicación. Por medio de dichos primeros medios de comunicación 13, el dispositivo 10 o, de manera más precisa su unidad de procesamiento 11, puede emitir y/o recibir unos mensajes con destino a, o procedentes de, dispositivos terceros situados dentro del alcance de comunicación. Dichos mensajes pueden ser de cualquier naturaleza. Entre los diferentes tipos de mensajes, se pueden mencionar, de manera no exhaustiva, unos mensajes de datos MS en conexión con un servicio particular S, unos mensajes de adscripción MH, unos mensajes de destrucción de la agrupación MR.

15 Ciertos dispositivos comunicantes pueden aprovechar el campo electromagnético creado por la red, para sacar de ahí la energía eléctrica suficiente para asegurar sus funcionamientos, aunque no fuera más que durante un breve periodo temporal. Sin embargo, para asegurar un funcionamiento continuo y/o implementar unos procesamientos que necesiten inicialmente energía, un dispositivo electrónico comunicante 10 según la invención puede incluir ventajosamente una fuente de energía eléctrica 17 propia, que alimenta principalmente la unidad de procesamiento

20 11, incluso cualquier otro elemento que constituya dicho dispositivo que lo necesitara. Una fuente 17 de ese tipo consiste en general en una batería o en una pluralidad de baterías. Según el contexto de aplicación preferido en conexión principalmente con el seguimiento de contenedores, aunque este contexto particular no pudiera limitar el campo de utilización de la invención, un dispositivo electrónico comunicante 10 puede incluir uno o varios

25 captadores 15 que cooperan con la unidad de procesamiento 11. Un captador de ese tipo puede medir una o varias magnitudes en conexión con los ambientes internos y/o externos de dichos contenedores y producir unos datos. A título de ejemplo, como se ilustra por la figura 2, un captador 15 puede medir la temperatura y/o la humedad que reina en el seno de un contenedor, la oscuridad o la pérdida de oscuridad en el seno del recinto que atestigüa una apertura imprevista del contenedor, incluso también choques. Si es necesario, el o los captadores pueden cooperar con la unidad de procesamiento de un dispositivo a través de sondas o de alfombrillas conductoras principalmente

30 en el caso en el que un dispositivo 10 estuviera apoyado contra la pared exterior de un contenedor mientras que se desea supervisar, por medio del dispositivo 10, el ambiente interior de dicho contenedor. Un dispositivo 10 de ese tipo puede incluir además un reloj que le permita fechar las medidas recogidas, no estando representado dicho reloj en la figura 2.

Según el o los servicios que se desea poner en funcionamiento con ayuda de dispositivos electrónicos comunicantes según la invención, estos últimos pueden incluir unos medios adicionales y opcionales. A título de ejemplo preferido y no limitativo, un servicio puede consistir en:

- recoger unos datos en unos nodos de una red de dispositivos electrónicos comunicantes de acuerdo con la invención, por ejemplo en conexión con unas magnitudes medidas por dichos nodos;
 - en agregar dichos nodos recogidos desde una pluralidad de nodos, posteriormente en elaborar unos mensajes
- 40 MC que codifican unos datos de servicio consolidados con destino a una entidad distante, tal como un servidor RS.

Para emitir dichos mensajes MC, un dispositivo 10 incluye ventajosamente unos segundos medios de comunicación de larga distancia 16 que cooperan con la unidad de procesamiento 11. Una comunicación de ese tipo puede realizarse a través de una red RR, por vía GPRS o satélite, incluso por cualquier otra vía de comunicación adaptada.

45 Los diferentes constituyentes internos del dispositivo electrónico cooperan con la unidad de procesamiento 11, ventajosamente mediante un bus cableado o mediante acoplamiento. El dispositivo 10 puede incluir una caja que aloja dichos constituyentes, incluyendo dicha caja ventajosamente unos medios de fijación para apoyar el dispositivo 10 sobre un soporte del que se desea asegurar el seguimiento, en este caso un contenedor según el ejemplo de aplicación preferido.

50 Para implementar la invención, se requiere actuar sobre el funcionamiento de la unidad de procesamiento, más precisamente sobre un procedimiento de comunicación implementado por dicha unidad de procesamiento. Un procedimiento de ese tipo se describirá posteriormente en conexión con la figura 5. Un modo de adaptación preferido consiste en prever un programa o, de manera más general, las instrucciones de programas mutuamente dispuestos, para implementar dicho procedimiento mientras la unidad de procesamiento ejecuta o interpreta dichas

55 instrucciones de programa. Ventajosamente, dicho programa P se carga en la memoria de programas 14 durante el ensamblaje de dicho dispositivo o, mediante descarga de dicho programa en el seno de la memoria 14 después de dicha fase de ensamblaje del dispositivo.

La invención reside principalmente en la implementación de una red ventajosamente multi-salto, para la que cada nodo consiste en un dispositivo electrónico comunicante tal como el dispositivo 10 anteriormente descrito.

60 Un nodo de una red de ese tipo se adapta o dispone generalmente para implementar un procedimiento de adhesión

y/o de afiliación a una agrupación de dispositivos. La memoria de datos 12 incluye, además del valor del identificador ID dedicado al dispositivo electrónico comunicante, un registro RH previsto para incluir el valor actual IDHc de un identificador IDH de un dispositivo electrónico comunicante que actúa como Head, tal como el nodo d2 según la figura 1.

5 Cuando un dispositivo elige adherirse a una agrupación, uno de cuyos nodos actúa como Head, esta adhesión es generalmente exclusiva. En otros términos, un nodo no puede ser Miembro de agrupaciones distintas, es decir que tenga respectivamente unos nodos Heads distintos, para un mismo servicio. Se habla entonces de agrupaciones no solapantes. Un nodo que se adhiere a una agrupación elige la "mejor" Head para dicho servicio. Una selección de ese tipo puede hacerse, por ejemplo, según una capacidad particular para asegurar un servicio determinado.

10 Sin embargo, un nodo puede relacionarse igualmente con una pluralidad de Heads, si dichas Heads se asignan a la implementación de servicios distintos, tales como, por ejemplo, una primera Head para la emisión de datos de larga distancia (servicio Si) y una segunda Head para la implementación de un servicio de gestión de alarmas (servicio Sj) en un lugar.

15 Con este fin, a semejanza de la solución LEACH, anteriormente presentada, unas agrupaciones de dispositivos electrónicos comunicantes, tales como las agrupaciones C11 de la red N1 descrita en conexión con la figura 1, incluye un dispositivo que actúa como Head, tal como el nodo d2 descrito en conexión con la figura 1. Los otros dispositivos actúan como Miembros de dicha agrupación, tales como, de manera no exhaustiva, el nodo c2 descrito en conexión con la figura 1. Un papel de Miembro consiste principalmente en recoger informaciones, tales como por ejemplo unas medidas de magnitudes medioambientales, traducirlas en datos, posteriormente en codificar dichos
20 datos en forma de un mensaje de servicio MS con destino a una Head con capacidad para asegurar el servicio determinado. Esta Head reconoce dichos mensajes de servicio MS, y posteriormente implementa el servicio determinado S. Por ejemplo, un servicio así puede consistir en agregar los datos transmitidos a la Head desde varios Miembros a través de los mensajes MS, y posteriormente en implementar una transmisión de larga distancia de dichos datos agregados, incluso consolidados, en forma de mensajes MC con destino a una entidad distante RS.

25 Un mensaje de servicio MS, dirigido desde un Miembro de una agrupación con destino a una Head, se estructura de manera que incluye:

- una información que caracteriza el tipo del mensaje;
- el valor de un identificador del nodo de origen, por otro lado generalmente un nodo Miembro;
- el valor de un identificador del nodo destinatario, en este caso una Head, incluso un identificador de un nodo
30 Miembro retransmisor en el caso de una red multi-salto;
- unos datos, por ejemplo en conexión con unas magnitudes medidas por un captador del dispositivo;
- eventualmente un código de redundancia, incluso criptograma o cualquier otra información de control que permita a un nodo receptor de un tal mensaje de servicio MS decodificarle, utilizarle o retransmitirle.

35 Un mensaje MS, como cualquier otro mensaje que circula en el seno de la red, puede desencadenar unos mensajes de acuse de recibo MACK, transmitidos por el receptor del mensaje con destino al nodo de origen. Con la excepción de un periodo determinado o "timeout" según la terminología anglosajona, si no se recibe ningún mensaje MACK, se desencadena una nueva emisión del mensaje MS, y esto para un número limitado de iteraciones como resultado de las que el nodo de origen considera que la "ruta" o la comunicación con el nodo destinatario no está o ya no está disponible. Un nodo de origen de ese tipo puede decidir abandonar la agrupación y recuperar un estado de nodo
40 libre, o incluso buscar adherirse a otra agrupación.

45 La adhesión de un nodo libre a un nodo que actúa como Head está próxima a la implementada según la solución LEACH. Sin embargo, las modalidades de elección de una Head y las modalidades de adhesión de un nodo libre para convertirse en Miembro de una agrupación pueden ser muy diferentes, como lo prevé por ejemplo una variante propuesta conjuntamente por los presentes solicitantes. Según esta variante, solo unos nodos con capacidad real de asegurar un servicio determinado son adecuados para auto-designarse Head. Por su lado, los otros nodos son libres de arbitrar una competición de Heads y de elegir la Head que se revela como la mejor candidata para implementar el servicio al que contribuyen.

50 Cualquiera que sea el modo de elección de las Heads, un primer modo de concepción de dispositivos comunicantes puede consistir en mantener continuamente estos últimos en escucha de frecuencias de comunicación de radio para probar la presencia de mensajes que emanan de dispositivos iguales. Un planteamiento de ese tipo puede implicar un gasto energético grande y perjudicar la autonomía del conjunto de la red. Un segundo planteamiento, conocido por la terminología anglosajona de Wake On Radio (WOR), consiste en sumergir los nodos en un sueño relativo durante la gran mayoría del tiempo de sus funcionamientos respectivos. En particular, se desactiva la comunicación de radio porque esta es particularmente consumidora de energía eléctrica. Dichos nodos pueden, sin embargo,
55 proseguir la misma implementación de procesamientos internos poco consumidores de energía. De manera cíclica, dichos nodos se despiertan para escuchar eventuales mensajes procedentes de iguales o para emitir a su vez unos mensajes de adscripción, de servicio, etc.

La figura 5 ilustra un procedimiento P100 de comunicación implementado mediante un dispositivo de acuerdo con la

invención, tal como a título de ejemplo un dispositivo 10 descrito en conexión con la figura 2.

Un procedimiento de comunicación de ese tipo da como resultado la implementación de un primer procesamiento 100 por la unidad de procesamiento 11 de un dispositivo 10 como reacción a la recepción de un mensaje de adscripción MH.

5 Como se indica en la figura 5, un mensaje de adscripción MH incluye un primer campo MH-1 que codifica el identificador IDH del dispositivo elegido para actuar como Head. Un mensaje de adscripción de ese tipo puede incluir igualmente un campo MH-3 que codifica un dato CH que traduce la capacidad de dicha Head para asegurar un servicio determinado S. Dicho mensaje puede incluir además un campo MH-7 que codifica diversos atributos o datos adicionales AD, de los que, a título de ejemplo no limitativo y opcional, un dato caracteriza el servicio S al que se asocia el eventual dato CH.

10 En el marco de una red, estructura o agrupación multi-salto, un mensaje de adscripción puede ser retransmitido por un Miembro. Cuando un mensaje de adscripción de ese tipo se ha propagado de ahora en adelante por un Miembro (se estudiará la retransmisión de un mensaje de ese tipo posteriormente en conexión principalmente con la etapa 106) esto significa que se ha elaborado un nuevo mensaje de adscripción posteriormente emitido por un Miembro retransmisor. Se denotará por MH' un mensaje de adscripción retransmitido para diferenciarle del mensaje de adscripción original MH emitido por una Head. Un mensaje MH' de ese tipo puede incluir un campo MH-2 que codifica un dato Ru que caracteriza la ruta ascendente, es decir al menos el identificador ID' del Miembro retransmisor y emisor de dicho mensaje MH'. Dicha ruta Ru puede incluir como variante los identificadores de los diferentes Miembros retransmisores que con anticipación separan sucesivamente el nodo receptor del mensaje MH' del nodo Head que está en el origen del mensaje de adscripción original MH.

15 Para controlar la profundidad de la agrupación que desea constituir la Head, la invención prevé que un mensaje de ese tipo MH o MH' incluya un campo MH-4 que codifica un dato TTL que caracteriza la aptitud, en número de saltos, de un Miembro receptor de dicho mensaje MH o MH' para poder retransmitir este último y propagar así el mensaje de adscripción en el seno de la red. Se estudiará posteriormente en conexión con el procesamiento 110 del procedimiento P100, la elaboración de un mensaje de adscripción MH por un dispositivo que se designa Head, tal como el dispositivo 10 según la figura 2, de acuerdo con la invención. El dato TTL de un mensaje MH o MH' puede consistir ventajosamente en un valor entero. De ese modo, cuando una Head transmite un mensaje MH que codifica un valor TTL igual a uno, esto significa que la profundidad máxima deseada es de un salto como máximo. Un valor TTL igual a tres significa que dos Miembros distintos sobre una ruta descendente podrían retransmitir sucesivamente dicho mensaje de adscripción en el seno de la red.

20 Un procesamiento 100 según la invención incluye de ese modo una primera etapa 101 para recibir un mensaje de adscripción MH o MH' elaborado y emitido por un dispositivo electrónico comunicante, tal como el nodo d2 o también el nodo c3, descritos en conexión con la figura 1. El procesamiento 100 incluye además una etapa 102 para decodificar dicho mensaje de adscripción MH o MH' y deducir el identificador IDH de la Head incluso el identificador ID' del Miembro retransmisor (Ru). La etapa 102 consiste por otro lado en deducir el dato TTL y en disminuir este en una unidad. Si el mensaje MH o MH' así decodificado incluye un dato CH que traduce la capacidad de la Head para poder asegurar un servicio dado S, la etapa 102 para decodificar dicho mensaje de adscripción MH o MH' deduce dicho dato CH, incluso cualquier otro dato de interés codificado en dicho mensaje.

25 El procesamiento 100 incluye además una etapa 103 para actualizar un registro RH, dispuesto en el seno de la memoria de datos 12 de un dispositivo, tal como el dispositivo 10 descrito en conexión con la figura 2. Dicho registro RH se prevé para consignar el valor del identificador IDH como valor actual IDHc del identificador de un dispositivo elegido para actuar como Head, por ejemplo el dispositivo d2 ilustrado en la figura 1. Cuando el mensaje de adscripción MH' incluye un campo MH-2, la ruta ascendente Ru, que incluye el identificador ID' del dispositivo que ha actuado como Miembro retransmisor, se describe en el registro RH. Durante la actualización 103 de dicho registro RH, el valor del dato CH que traduce la capacidad del dispositivo emisor para asegurar dicho servicio S, puede inscribirse igualmente en dicho registro RH. El valor registrado es indicado por CHc, para traducir la capacidad actual de la Head para asegurar el servicio. En una red, tal como la red N1 descrita en conexión con la figura 1, el dispositivo 10 que acaba de implementar un procedimiento P100, se convierte en Miembro de la agrupación cuyo emisor del mensaje MH actúa como Head. Este es por ejemplo el caso de los dispositivos que actúan como los nodos Miembros c1 a c3, d1, d3 y e1 a e3 de la agrupación CI1 descrita en conexión con la figura 1. La memorización eventual de la capacidad de dicha Head en el registro RH permite, con la recepción de un nuevo mensaje MH o MH' que emana de otro dispositivo emisor, comparar eventualmente la capacidad de la Head actual con la de un nuevo candidato. Se estudiará posteriormente el caso de la competición entre Heads, competición arbitrada por los nodos Miembros o libres.

30 La invención prevé además que un nodo a partir de ahora Miembro de una agrupación y/o libre pueda adherirse a la agrupación de la que es Miembro el nodo que haya emitido un mensaje MH. De ese modo, según una variante preferida, la etapa 103 del procesamiento 100 del procedimiento de comunicación P100, previsto para actualizar el registro RH, no puede realizarse, más que si el dato CH, que traduce la capacidad del nodo que desea actuar como Head, es superior o igual a un umbral mínimo de exigencia determinado. Dicho procesamiento 100 incluye de ese modo una etapa 104 para comparar el dato que traduce la capacidad deducida 102 del mensaje RH con dicho

umbral mínimo de exigencia. De ese modo, un nodo 10 candidato a la adhesión a una agrupación puede ser más exigente o selectivo que los criterios mínimos de elección de una Head. Dicho umbral mínimo de exigencia se registra ventajosamente en la memoria de datos 12, incluso constituye una constante predefinida y fija en la memoria de programas 14. Puede ser ventajosamente idéntico para todos los nodos.

5 Como se ha mencionado anteriormente, pueden emitirse regularmente unos mensajes de adscripción MH mediante uno o varios dispositivos comunicantes situados dentro del alcance de comunicación de radio, tales como el dispositivo 10i descrito en conexión con la figura 2. Un dispositivo 10, que actúa como Miembro de la agrupación, puede por tanto estar en situación de recibir y de decodificar un mensaje de adscripción MH o MH' mientras que dicho dispositivo 10 sea en adelante Miembro de la agrupación iniciada por una Head.

10 Se presentan entonces dos casos. Según una primera situación, el dispositivo 10 utiliza en adelante un mensaje de adscripción MH o MH' que emana del mismo dispositivo que actúa como Head. El valor del identificador IDH de este último es por tanto idéntico al IDHc memorizado en el registro RH, disponiéndose dicho registro en la memoria de datos 12 del dispositivo 10. Según una segunda situación, el valor del identificador IDH deducido del mensaje MH o MH' es distinto del valor IDHc. El dispositivo Miembro se encuentra en este caso en situación de arbitrar una
15 competición entre dos dispositivos terceros con capacidad de asumir un mismo servicio.

En el caso en el que la red según la invención prevé producir en el seno de los mensajes MH o MH' la capacidad de una Head para cumplir eficazmente su papel, el procedimiento P100 incluye ventajosamente una etapa 105 posterior a la etapa para decodificar 102 un mensaje de adscripción MH y previo a la etapa para actualizar 103 el registro RH que comprende el valor actual IDHc del identificador del dispositivo que actúa como cabeza de agrupación. Esta
20 etapa 105 puede consistir ventajosamente en leer en 1051, en el seno de dicho registro RH, dicho valor actual IDHc. Posteriormente la etapa 105 puede consistir en comparar en 1052 dicho valor actual IDHc con el de IDH del identificador del dispositivo emisor del mensaje de adscripción MH decodificado en 102. En el caso de la primera situación, anteriormente mencionada, dichos valores IDHc e IDH son idénticos (situación simbolizada por la conexión 1052-y en la figura 5). Puede así actualizarse el registro RH en la etapa 103. Esta acción permite
25 principalmente actualizar el dato CH en el seno del registro RH. En efecto, según la evolución del contexto de funcionamiento de la Head, la capacidad de esta última para asegurar el servicio ha podido evolucionar. Puede haberse degradado, por ejemplo debido a una reserva energética menor. Puede haberse mejorado, debido a la desaparición de un obstáculo que penalizara la potencia de emisión de una señal vía GPRS.

Por el contrario, en el caso en el que los valores IDH e IDHc son distintos (situación simbolizada por la conexión 1052-n descrita por la figura 5), un dispositivo con capacidad para actuar como Head entra en competición con el que es, a los ojos del Miembro, actualmente el dispositivo que actúa como cabeza de la agrupación. La invención prevé que la etapa 105 pueda incluir una etapa 1053 para comparar el dato CH, que traduce la capacidad del dispositivo emisor del mensaje de adscripción MH, con el dato CHc memorizado en el registro RH, que traduce la capacidad para asumir este mismo servicio S por el dispositivo que actúa actualmente como Head. Según un modo de realización ventajoso, si el valor del dato CH deducido del nuevo mensaje de adscripción es superior al valor CHc (situación simbolizada por la conexión 1053-y), entonces la etapa 103 se lleva a cabo para actualizar el registro RH. El valor IDHc toma el valor del identificador del emisor del mensaje de adscripción. El dispositivo 10 deja así la agrupación anterior para adherirse a aquella para la que el dispositivo emisor del mensaje MH actúa como Head. Los mensajes de servicio elaborados por el dispositivo 10 están actualmente dirigidos a la nueva Head. En la
30 situación inversa, si el valor del dato CH deducido del nuevo mensaje de adscripción es inferior o igual al valor CHc (situación simbolizada por la conexión 1053-n), entonces la etapa 103 no se lleva a cabo, porque el emisor del mensaje de adscripción es menos eficaz que la actual cabeza de agrupación.

Para limitar la frecuencia de adhesión ante diferentes Heads en competición y así preservar la capacidad energética global de la red, principalmente si los datos CH y CHc, que traducen las capacidades respectivas de asumir un mismo servicio, están muy próximos, la invención prevé favorecer una cierta "fidelidad", aunque muy relativa, en favor del dispositivo que actúa actualmente como Head, aunque este último se revela que es menos eficaz que el dispositivo que entra en competición. De ese modo, si los valores del identificador IDH e IDHc son distintos (situación simbolizada por la conexión 1052-n), entonces la etapa 103 para actualizar el registro RH no se lleva a cabo más que si (situación simbolizada por la conexión 1053-y en la figura 5) existe una desviación significativa,
45 igual a una constante predeterminada no nula, en favor del dispositivo emisor del mensaje de adscripción. La etapa 1053 puede adaptarse, por tanto, con el fin de que la actualización 103 del registro RH no se efectúe más que si el dato CH que traduce la capacidad del dispositivo emisor del mensaje de adscripción MH es superior o igual al memorizado en el registro RH aumentado con dicha desviación.

Para poder retransmitir un mensaje de adscripción MH más allá del alcance de emisión del dispositivo designado como Head, la invención prevé así que un procedimiento de adhesión P100 pueda incluir una etapa 106, posterior a la etapa 103, para actualizar el registro RH del dispositivo que implementa dicho procedimiento P100. Esta etapa adicional 106 consiste en codificar y emitir, a través de los medios de comunicación 13, un mensaje de adscripción MH' que incluye, en el campo MH-1, el identificador IDH del dispositivo cuyo valor IDHc está inscrito en el registro RH. Ventajosamente, si un dato CHc que traduce la capacidad de dicho dispositivo para poder asegurar un servicio determinado S se inscribe en RH, entonces un mensaje de ese tipo codifica además, en el campo MH-3, un dato que traduce dicha capacidad CH. El mensaje MH', producido en 106, codifica además (campo MH-2, Ru) el
60

identificador ID del dispositivo que implementa el procedimiento P100 que actúa como Miembro de la agrupación retransmisor del mensaje de adscripción MH que emana del dispositivo que actúa como Head. Previamente a la implementación eventual de una etapa 106 de ese tipo, el procesamiento 100 incluye una etapa 109 que se dirige a verificar que el dispositivo que implementa el procedimiento P100 está en condiciones de retransmitir el mensaje MH o MH' previamente decodificado en 102.

Una etapa 109 de ese tipo consiste en comparar el valor actual del dato TTL con un valor mínimo determinado, por ejemplo un valor nulo. Dicho valor actual de TTL corresponde al campo MH-4 del mensaje MH o MH' previamente decodificado y disminuido ventajosamente en la etapa 102. Si el valor actual de TTL es estrictamente superior a dicho valor mínimo (situación representada por la conexión 109y en la figura 5), puede retransmitirse el mensaje de adscripción. Puede implementarse entonces la etapa 106 previamente descrita. En caso contrario (situación representada por la conexión 109n en la figura 5) la etapa 106 no se implementa y así dicho mensaje de adscripción no se retransmite por el dispositivo.

Con el fin de regular la profundidad de la agrupación inducida por la recepción del mensaje MH o MH' que codifica un dato TTL inferior al de un mensaje de adscripción anterior, la invención prevé varios modos de realización.

Un primer modo de realización consiste en, junto con el procesamiento implementado en 109, comparar una duración, cuyo punto de partida coincide con la actualización del registro RH en la etapa 103, con un periodo de espera máximo predeterminado durante el que no se ha recibido ningún otro mensaje de adscripción. Una duración así puede medirse, por ejemplo, desencadenando un temporizador o inicializando un contador incrementando con cada unidad de tiempo predeterminada. Si dicha duración es superior o igual a dicho periodo de espera máximo predeterminado, la invención prevé que el dispositivo no esté ya en condiciones de transmitir un mensaje de servicio a la Head actual, habida cuenta del silencio de este. El dispositivo implementa entonces una etapa 107 que consiste en recuperar un estado de nodo libre. Una etapa de ese tipo consiste principalmente en borrar en el seno del registro RH los datos en conexión con el antiguo Head actual.

Las figuras 1 y 4 permiten ilustrar este primer modo de realización. En conexión con la figura 1, un primer mensaje de adscripción MH emitido desde el nodo d2 incluye un valor inicial TTL igual a tres. Dicho mensaje original MH se retransmite así, en forma de mensajes MH', por los nodos Miembros alejados como máximo dos saltos de la Head d2. Los nodos a1 a a4, alejados tres saltos de la Head d2, han podido adherirse a la agrupación C11 por la acción de los Miembros retransmisores respectivamente b1 a b4. La figura 4 ilustra la situación de la misma red N1 posterior a la ilustrada por la figura 1. Una situación así se deriva de una nueva emisión del mensaje MH por el nodo d2 que codifica en estos momentos un valor TTL igual a dos. Según el primer modo de realización de acuerdo con la invención, dicho mensaje de adscripción MH no puede ser retransmitido, en forma de mensajes MH', más que por unos nodos alejados como máximo un salto de la Head d2. Los nodos a1 a a4 anteriormente Miembros de la agrupación C11, no reciben ya mensajes de adscripción MH' desde los nodos b1 a b4 durante el periodo máximo de espera predeterminado, recobrando un estado de nodos libres. Se crea una nueva agrupación C13 cuyo nodo d2 actúa como Head en sustitución de la agrupación C11.

Como variante o como complemento, la invención prevé un segundo modo de realización que consiste en codificar y posteriormente en emitir un mensaje MF de fin de retransmisión de mensajes con destino a unos dispositivos situados dentro del alcance de comunicación de radio. Un mensaje MF de ese tipo está destinado a los nodos que pertenecen a una ruta descendente. Se estudiará posteriormente, en conexión con las figuras 3 y 5, un procesamiento 130 de un procedimiento P100 de acuerdo con la invención, según el cual un Miembro utiliza un mensaje de ese tipo de fin de retransmisión MF para recuperar un estado de nodo libre. Un mensaje MF de ese tipo incluye el identificador, que se indicará por IDF, de dicho dispositivo emisor y una información que caracteriza el mensaje MF como mensaje de fin de retransmisión. El procesamiento 100 incluye así una etapa 107 para codificar y desencadenar la emisión de dicho mensaje MF, ventajosamente según un modo de tipo difusión, por parte de los medios de comunicación 13 de los dispositivos, por el estímulo de la unidad de procesamiento 11 que implementa el procedimiento P100. Dichos mensajes MF se representan en la figura 3 por una flecha de doble trazado. Según este ejemplo, el Miembro c3 emite así con destino a los nodos situados dentro del alcance de comunicación, principalmente los nodos b3 y b4 que pertenecen respectivamente a unas rutas descendentes de c3. Se ha creado así una nueva agrupación C12 en sustitución de la agrupación C11 ilustrada por la figura 1.

De ese modo según el primer y segundo modos de realización anteriormente descritos, la invención ofrece una primera modalidad para limitar la profundidad de una agrupación regulando la propagación de dichos mensajes de adscripción. Se puede constatar además que esta regulación es perfectamente dinámica. En efecto, como ya se ha mencionado en conexión con las figuras 3 y 4, una Head puede emitir un nuevo mensaje de adscripción que incluye un dato TTL inferior, si desea reducir la profundidad de la agrupación de la que es cabeza de agrupación. Por el contrario, puede emitir un nuevo mensaje de adscripción con un dato TTL incrementado con el fin de aumentar dicha profundidad. Se estudiará posteriormente esta modalidad en conexión con un procesamiento 110 de un procedimiento de comunicación P100 de acuerdo con la invención.

La invención prevé una segunda modalidad que se dirige a regular la profundidad de una agrupación. Según dicha segunda modalidad, los nodos que implementan un procedimiento P100 de acuerdo con la invención, no efectúan la comparación temporal prevista anteriormente en la etapa 109 con relación a una duración máxima de espera. Para

independizarse de la gestión repetitiva de emisiones de mensajes de adscripción y preservar así el consumo energético inherente a la utilización de dichos mensajes MH o MH' por la red, la invención prevé que un mensaje de adscripción MH o MH' incluya un primer campo suplementario MH-5 que codifica un dato TTL-e que caracteriza explícitamente la profundidad máxima deseada por la Head emisora. Dicho dato consiste ventajosamente en un valor entero. De ese modo, un valor TTL-e igual a "uno" significa que la Head no desea propagación (o retransmisión) del mensaje de adscripción. TTL-e describe así, en número de saltos, la distancia máxima para que un nodo pueda pretender convertirse en Miembro de la agrupación. En otros términos, el valor TTL-e describe, aumentado en una unidad, el número máximo de retransmisiones autorizadas sobre una misma ruta descendente por uno o varios Miembros retransmisores. La invención prevé, que como complemento del campo MH-5, los mensajes de adscripción originales MH y/o retransmitidos MH' incluyan un segundo campo adicional MH-6. Un campo así codifica un dato DST que caracteriza la distancia, en número de saltos, que separan un emisor del mensaje de adscripción MH o MH' sobre una ruta descendente desde la Head que haya elaborado el mensaje de adscripción original MH. De ese modo según esta variante, si un mensaje MH se retransmite una vez, la información DST en el seno del mensaje retransmitido MH' vale "1". Si dicho mensaje de adscripción se retransmite tres veces, la información DST en el seno del mensaje de adscripción retransmitido por el Miembro más alejado toma el valor "3". Para ello, el procesamiento 100 de un procedimiento de comunicación P100 según la invención puede adaptarse ventajosamente para que la etapa 102, anteriormente descrita, consista en deducir de dicho mensaje MH o MH' decodificado los valores de los datos TTL-e y DST. La etapa 103, igualmente descrita anteriormente, que permite actualizar el registro RH asociado a la Head actual y dispuesto en la memoria de datos 12 del dispositivo que ha recibido el mensaje de adscripción MH o MH', puede consistir ventajosamente en inscribir además, en el seno de dicho registro RH, el dato DST previamente incrementado en una unidad así como el valor del dato TTL-e. De ese modo, cada dispositivo de la red conoce, gracias al contenido del registro RH, la distancia en número de saltos que le separa de una Head sobre una ruta Ru ascendente dada.

Para regular la profundidad de la agrupación iniciada por una Head, la etapa 109 de un procesamiento 100 de un procedimiento de comunicación P100, según la invención consiste, a semejanza de la modalidad anterior, en comparar el valor actual del dato TTL con un valor mínimo determinado, por ejemplo un valor nulo. Dicho valor actual de TTL corresponde al campo MH-4 del mensaje MH o MH' previamente decodificado y disminuido ventajosamente en la etapa 102. Si el valor actual de TTL es estrictamente superior a dicho valor mínimo (situación representada por la conexión 109y en la figura 5), puede retransmitirse el mensaje de adscripción. La etapa 106 anteriormente descrita puede implementarse. En caso contrario (situación representada por la conexión 109n en la figura 5) la etapa 106 no se implementa y dicho mensaje de adscripción no se retransmite por el dispositivo. La etapa 109 consiste actualmente en comparar los valores respectivos de los datos TTL-e y DST inscritos en el registro RH. Si el valor del dato DST es superior al del dato TTL-e, esto significa que el dispositivo no está ya en situación de transmitir un mensaje de servicio a la Head actual, porque este último está demasiado alejado en número de saltos de la Head con relación a una profundidad máxima deseada por esta última. Este caso corresponde a una reducción de la profundidad de una agrupación iniciada por la Head actual. El procesamiento 100 consiste además en desencadenar la etapa 107, previamente descrita, que consiste en recuperar un estado de nodo libre. Los datos en conexión con la antigua Head actual en el seno del registro RH se borran por tanto. Dicha etapa 107 puede consistir además en codificar y posteriormente desencadenar la emisión de un mensaje MF, ventajosamente según un modo de tipo difusión, por parte de los medios de comunicación 13 del dispositivo, por el estímulo de la unidad de procesamiento 11 que implementa el procedimiento P100. Una situación de ese tipo se describe igualmente por la figura 3 según la que un nodo c3 emite un mensaje de fin de retransmisión MF.

Se describirán ahora las acciones emprendidas por un dispositivo electrónico comunicante de acuerdo con la invención que se auto-designa Head de una agrupación. Para ello, un procedimiento de comunicación P100 según dicha invención incluye un procesamiento 110. Este último puede ventajosamente, pero no obligatoriamente, incluir una primera etapa de evaluación 111 de la capacidad del dispositivo 10 para asegurar un servicio determinado S para eventualmente, auto-designarse o auto-elegirse cabeza de una agrupación o Head. Una etapa 111 de ese tipo puede consistir en un primer tiempo en estimar, en 1111, uno o varios parámetros de funcionamiento del dispositivo 10 para probar la capacidad de este para asegurar correctamente dicho servicio. A título de ejemplo preferido, supongamos que dicho servicio consiste en agregar unos datos recogidos y deducidos de mensajes de servicio MS, en consolidar dichos datos, en codificar un mensaje MC y en emitir este último mediante unos medios de comunicación de larga distancia 16 con destino a un servidor distante cuya misión consiste en trazar unos contenedores que cooperan con los dispositivos comunicantes. Para poder asegurar este servicio, el dispositivo debe incluir evidentemente unos medios de comunicación adaptados, tales como los medios 16. Por otro lado, una comunicación de ese tipo, por ejemplo de tipo GPRS, moviliza una cantidad de energía eléctrica grande, aunque no sea más que para iniciar el enlace. Es por tanto imperativo que un dispositivo, que actúa como Head, disponga de una reserva energética suficiente para soportar una solicitud de ese tipo. Por otro lado, es igualmente preferible que la potencia de emisión de una señal por vía GPRS sea óptima. En efecto, una potencia de emisión débil generaría lentitudes, por tanto una duración de emisión incrementada y particularmente consumidora de energía eléctrica, incluso de nuevas tentativas de emisión sucesivas en caso de fracaso o también de pérdidas puras y simples de mensajes MC.

La etapa 1111 puede consistir igualmente en una etapa de auto-ensayo o auto-evaluación del dispositivo, por ejemplo, del nivel de batería 17, incluso de la potencia de emisión de una señal por vía GPRS. Dicha etapa 1111

puede permitir también evaluar otros parámetros funcionales del dispositivo, como a título de ejemplo, el número de emisiones de mensajes MC. Para ello, puede implementarse mediante la unidad de procesamiento 11 un contador de envíos de mensajes MC, contador cuyo valor puede registrarse en la memoria de datos 12. La estimación de la solici-
5 12.

El procesamiento 110 incluye ventajosamente una etapa 1112 para producir un dato CH que traduce la capacidad de dicho dispositivo 10 para poder asegurar el servicio determinado S. A título de ejemplo, la producción de un dato CH así por la unidad de procesamiento, puede consistir en la evaluación de una ecuación o de una función predefinida que produce una métrica que integra dichos parámetros estimados, eventualmente respectivamente ponderados para favorecer un parámetro con relación a otro. Por ejemplo, una estimación de la potencia de emisión GPRS puede consistir en calcular una relación correspondiente a la potencia de emisión estimada de una señal de prueba, dividida por una constante que describe una potencia máxima típica, es decir, durante condiciones óptimas de emisión.

En conexión con el nivel de la batería o, de manera más general, de la fuente energética 17 del dispositivo, la etapa 1112 puede obligar a la unidad de procesamiento a calcular una relación correspondiente a la energía disponible estimada con respecto a la energía a plena carga.

De manera más general, puede calcularse una métrica CH de ese tipo que caracteriza la capacidad de un dispositivo para actuar como cabeza de agrupación, de manera no limitativa, mediante la evaluación de una ecuación tal como $CH = K_1.f_1(p_1) + K_2.f_2(p_2) + \dots + K_i.f_i(p_i)$ para la que, siendo i un entero superior o igual a 1, constituyendo K1, K2,..., Ki unos pesos, eventualmente distintos, $f_1()$, $f_2()$, ..., $f_i()$ son unas funciones de cálculo eventualmente distintas, por ejemplo la elaboración de una relación, y p_1 , p_2 , ..., p_i son unos parámetros funcionales del dispositivo, entre ellos, a título de ejemplo no limitativo, el nivel de energía eléctrica del origen 17, una potencia de emisión de larga distancia, el tamaño de la memoria disponible para registrar unos datos, una potencia de cálculo, etc.

El dato CH puede así equipararse a un valor real. Puede ser igualmente compuesto, es decir, ser un dato estructurado, que incluye cada parámetro funcional del dispositivo o que incluye, en sustitución de uno de dichos parámetros funcionales, una función determinada de uno de dichos parámetros funcionales.

Produciéndose un dato CH eventualmente en 1112, un procedimiento según la invención incluye una etapa 112 para comparar dicho dato CH con un umbral funcional mínimo de exigencia. En el caso de que el dato CH esté estructurado, esto es lo mismo para dicho umbral. La comparación 112 puede consistir entonces en tantas comparaciones independientes de un parámetro funcional con unos umbrales funcionales mínimos de exigencias funcionales, a las que se aplicaría una lógica combinatoria (de tipo Y, O, etc.).

Si la etapa 112 demuestra que el dato CH es superior o igual a dicho umbral funcional mínimo de exigencia (conexión referenciada 112-y en la figura 3) el procedimiento P100 incluye ventajosamente una etapa 113 para codificar y emitir un mensaje de adscripción MH. Previamente a una emisión de ese tipo, la invención consiste en prever dicha etapa 112 para determinar la profundidad máxima de la agrupación de la que el dispositivo desea ser la Head. Esta determinación puede derivarse, a semejanza de una capacidad CH producida en 1112, de una relación que tiene en cuenta uno o varios parámetros funcionales del dispositivo, tal como $Dp = Q_1.g_1(p_1) + Q_2.g_2(p_2) + \dots + Q_i.g_i(p_i)$ para la que, siendo i un entero superior o igual a 1, constituyendo Q1, Q2,..., Qi unos pesos, eventualmente distintos, $g_1()$, $g_2()$, ..., $g_i()$ son unas funciones de cálculo eventualmente distintas, por ejemplo la elaboración de una relación, y p_1 , p_2 , ..., p_i son unos parámetros funcionales del dispositivo. Como variante, el valor de dicha profundidad Dp puede igualmente predeterminarse y memorizarse en los medios 12 o ser el resultado de una parametrización. A semejanza de un nodo de una red de tipo LEACH, un dispositivo, que implementa un procedimiento de comunicación P100 según la invención, puede sin embargo contravenir las etapas 111 y 112 y auto-designarse, incluso ser automática o arbitrariamente designado, Head, independientemente de sus capacidades para asegurar eficazmente este papel. No obstante, contrariamente a la técnica anterior, una Head según la invención controla la profundidad de la agrupación que inicia por medio del dato Dp.

Como se ha estudiado anteriormente en conexión con el ejemplo no limitativo ilustrado en la figura 5 del procesamiento 100, un mensaje de adscripción MH, codificado en 113, incluye un primer campo MH-1 que codifica el identificador del dispositivo, al que se hará referencia como IDH, como el identificador de un dispositivo elegido para actuar como Head. Puede igualmente incluir un campo MH-3 que codifica al dato CH que traduce la capacidad de dicho dispositivo para poder asegurar el servicio determinado S si este se ha producido en 1112. El mensaje MH puede incluir además un campo MH-7 que codifica diversos atributos o datos adicionales AD entre ellos, a título de ejemplo no limitativo y opcional, un dato que caracteriza el servicio S al que se asocia el dato CH eventual.

Para controlar la profundidad Dp de la agrupación que desea constituir la Head, un mensaje MH de ese tipo incluye, en un campo MH-4, un dato TTL que caracteriza la aptitud, en número de saltos, de un Miembro receptor de dicho mensaje de adscripción para poder retransmitir este último y propagar así el mensaje de adscripción en el seno de la red. Como se ha mencionado anteriormente en conexión con el procesamiento 100 descrito a título de ejemplo no limitativo por la figura 5, un dato TTL de ese tipo puede consistir ventajosamente en un valor entero. De ese modo,

cuando una Head transmite un mensaje MH que codifica un valor TTL igual a uno, esto significa que la profundidad máxima deseada es de un salto como máximo. Un valor TTL igual a tres significa que dos Miembros distintos sobre una ruta descendente podrían retransmitir sucesivamente dicho mensaje de adscripción.

5 Según la primera modalidad descrita en conexión con dicho procesamiento 100, el valor TTL codificado 113 en el campo MH-4 se inicializa con el valor Dp. El mensaje MH original producido en 113, se difunde, por ejemplo "radiado", por los primeros medios de comunicación 13 de dicho dispositivo por la acción de la unidad de procesamiento 11 que implementa dicho procedimiento P100. Cualquier dispositivo comunicante situado dentro del alcance de comunicación, tal como el dispositivo 10i descrito en la figura 2, puede recibir dicho mensaje MH.

10 Para respetar el periodo de espera máximo predeterminado ensayado en 109, el procesamiento 110 se implementa iterativamente según una periodicidad inferior a dicho periodo de espera máximo predeterminado. Cuando el procesamiento 100 incluye ventajosamente una etapa 111 para estimar la capacidad para asegurar un servicio dado S, dicha capacidad CH puede revisarse, codificarse y posteriormente emitirse 113. Puede aumentarse para traducir una mejor capacidad o disminuirse en caso contrario. Si la comparación 112 acredita que los parámetros funcionales de un dispositivo no satisfacen los mínimos funcionales en 112, no hay emisión de mensaje de adscripción MH. De ese modo, cualquier dispositivo electrónico que no tenga la capacidad para asegurar un servicio dado, aun cuando dispone teóricamente de los medios materiales o de programación para conseguirlo, puede no designarse Head o constituir una agrupación de dispositivos comunicantes de reducida amplitud o profundidad. Es en efecto lo mismo para la profundidad de la agrupación Dp que puede revisarse, a la alza o a la baja como se ha mencionado anteriormente. El dato TTL codificado en el campo MH-4 de cada mensaje MH original transmitido 113 puede inicializarse así con unos valores distintos de una iteración del procesamiento 110 a otra. Como se ha mencionado anteriormente en conexión con el procesamiento 100, la información TTL de los diferentes mensajes MH participa como reguladora de la profundidad máxima de la agrupación, y como consecuencia de los gastos energéticos de la red inducidos por el procesamiento de los mensajes intercambiados en el seno de dicha red.

25 El procesamiento 110 puede incluir una etapa 114, eventualmente unida a la etapa 112, para comparar el dato CH producido en 1112 con un mínimo funcional, que acredita una capacidad insuficiente para poder asegurar el servicio. Un umbral mínimo de ese tipo puede determinarse y registrarse, a semejanza del umbral utilizado en la etapa 112, en la memoria de datos 12. Esa etapa 114 y con mayor razón una etapa 115 que se deriva de ella eventualmente, pueden ser ventajosamente posteriores a la emisión 113 de un mensaje de adscripción MH. Si la comparación 114 confirma (conexión 114-y en la figura 5) que el dispositivo ya no es capaz de asegurar el servicio S, el procesamiento 110 de un procedimiento de comunicación P100 según la invención puede incluir ventajosamente una etapa 115 para codificar y emitir un mensaje de destrucción de la agrupación MT, ventajosamente difundido. Esta emisión de un mensaje MR puede ser realizada por los medios de comunicación 13 del dispositivo, por el estímulo de la unidad de procesamiento 11 que implementa el procedimiento de comunicación P100. A semejanza de un mensaje de adscripción MH, un mensaje de destrucción de la agrupación MR, emitido desde un dispositivo que actúa anteriormente como Head pero que no se encuentra ya en situación de asegurar eficazmente un servicio determinado S, incluye el identificador de dicho dispositivo, indicado por IDR. Puede incluir igualmente el dato CH que caracteriza la capacidad, o en este caso, una incapacidad para asegurar el servicio. Como variante, un mensaje MR de ese tipo puede asociar simplemente al identificador del dispositivo emisor, una información que caracteriza al mensaje MR como mensaje de destrucción de la agrupación. Un mensaje MR de ese tipo puede consistir igualmente en un mensaje de adscripción MH que incluye un dato TTL igual a cero. Esta etapa 115 puede no desencadenarse ventajosamente más que si el dispositivo emisor actuara previamente como Head, con el fin de no emitir inútilmente mensajes de destrucción de una agrupación no pertinentes y prevenir igualmente cualquier utilización indebida de dichos mensajes por unos nodos receptores. Para que un dispositivo de acuerdo con la invención pueda detectar que estaba previamente en situación de asegurar un papel de Head, la unidad de procesamiento 11 de dicho dispositivo puede inscribir por ejemplo en la memoria de datos 12 el valor Dp traducido en el campo MH-4 (dato TTL) del último mensaje MH transmitido 113. Dicha inscripción se efectúa junto con el desencadenamiento de la emisión de dicho mensaje MH. Un valor no nulo de dicho valor Dp inscrito en la memoria de datos 12 indica que el dispositivo actuaba como Head durante la iteración anterior del procesamiento 110. Un valor de ese tipo se reinicializa ventajosamente con un valor nulo, o como variante a cualquier otro valor predeterminado que caracterice una profundidad de agrupación nula, durante la codificación y la emisión de un mensaje de destrucción de la agrupación en 115. Dicha unidad de procesamiento 11 puede como variante o como complemento utilizar un contador de emisión de mensajes MC, tal como se ha mencionado anteriormente, registrado en la memoria de datos 12. Durante la comparación 114, un valor de dicho contador, superior a su valor inicial, muestra que dicho dispositivo actuaba como Head. Como resultado de la emisión de un mensaje MR, dicho contador puede reponerse a un valor inicial. Sin embargo, podría implementarse mediante la unidad de procesamiento 11 cualquier otra acción para validar la implementación de la etapa 115, en sustitución de la utilización del contador de emisión de mensajes MC. A título de ejemplo no limitativo, una acción de ese tipo puede derivarse de la recepción, por el dispositivo que actúa como Head, del mensaje de adscripción que emana de un dispositivo tercero, actuando él también como Head y por tanto el dato que traduce su capacidad para asegurar un mismo servicio es superior al suyo. En este caso, la unidad de procesamiento 11 del dispositivo que implementa el procedimiento P100 desencadena la etapa 115, borrándose así ante la mejor que ella. Según esta última variante, la invención prevé limitar el número de emisiones de mensajes de destrucción de agrupación MR, consecuencia directa de la evolución particularmente dinámica y oscilante de las capacidades de los nodos para actuar como

Head, implicando una competición muy sostenida entre numerosas Heads. Una situación de ese tipo puede encontrarse, por ejemplo, durante un transporte ferroviario de una multitud de contenedores, que cooperan cada uno con un dispositivo comunicante de acuerdo con la invención y para el que el servicio determinado consiste en emitir regularmente por vía GPRS unas informaciones en conexión con el contenido de los contenedores. La actitud de las Heads para emitir a través de larga distancia puede ser muy cambiante. Para responder a esta dificultad, la invención permite integrar en la implementación de la etapa 114, un "factor de competición", por ejemplo un real positivo, superior a "1" cuyo valor pueda registrarse en las memorias 12 de los diferentes nodos. De ese modo, una Head, que recibe el mensaje de adscripción MH que emana de un nodo tercero, no compara, en la etapa 114, estrictamente los datos CH que traducen las capacidades respectivas para asegurar un mismo servicio. La etapa 114 consiste en comparar el dato CH deducido del mensaje de adscripción MH multiplicado por el factor de competición. De ese modo, si dicho factor es superior a "1", por ejemplo "1,25", entonces el nodo, que implementa la etapa 114, es penalizado por la utilización de dicho factor con relación al competidor. De ese modo, incluso si el dato CH de dicho nodo traduce una mejor capacidad que la de la Head que haya emitido el mensaje MH, la aplicación del factor de competición, mejora virtualmente la del competidor. En este caso, el nodo implementa la etapa 115, transmite un mensaje de destrucción de la agrupación MR y se une a la agrupación del competidor como Miembro. Una solución de ese tipo permite limitar las creaciones y/o destrucciones de agrupaciones demasiado numerosas que cargan la capacidad energética de la red. Permite además limitar el número de nodos adecuados para actuar simultáneamente como Heads. En efecto, según el servicio S concebido, por ejemplo que incluye la emisión de larga distancia, un número demasiado grande de nodos que actúen en conjunto como Heads, extraerían, por ejemplo, demasiado de las reservas energéticas de la red. El factor de competición puede verse, por tanto, como un parámetro de regulación del número de Heads y de la dinámica de la adaptabilidad de la red a su entorno.

Para implementar la segunda modalidad de regulación mencionada anteriormente en conexión con el procesamiento 100 descrito en conexión con la figura 5, el mensaje codificado 113 incluye un primer campo suplementario MH-5 que codifica un dato TTL-e que caracteriza explícitamente la profundidad máxima de la agrupación deseada por la Head emisora del mensaje de adscripción. Un dato TTL-e de ese tipo consiste ventajosamente en un valor entero. De ese modo, un valor TTL-e igual a "uno" significa que la Head no desea propagación (o retransmisión) del mensaje de adscripción. Un valor estrictamente superior a "uno" describe, en número de saltos, aumentado en una unidad, el número de retransmisiones permitidas sobre una misma ruta descendente por uno o varios Miembros retransmisores. La invención prevé que, como complemento del campo MH-5, un mensaje de adscripción original MH incluya un segundo campo adicional MH-6. Un campo así codifica un dato DST que caracteriza la distancia, en número de saltos, que separan un emisor de un mensaje de adscripción MH o MH', sobre una ruta descendente desde la Head que haya elaborado el mensaje de adscripción original MH, de dicha Head. De ese modo, según esta variante, si se retransmite un mensaje MH una vez, la información DST en el seno del mensaje retransmitido MH' valdrá "uno". Si dicho mensaje de adscripción se retransmite tres veces, la información DST en el seno del mensaje de adscripción retransmitido por el Miembro más alejado toma un valor igual a "tres". Para implementar esta segunda modalidad, la etapa 113 consiste en inicializar el valor TTL-e, codificado en el campo MH-5, a un valor Dp producido en 112. El dato TTL se inicializa con el valor inscrito en la memoria de datos 12. Corresponde a la profundidad máxima de la agrupación producida antes de la emisión del mensaje de adscripción desencadenado durante la iteración anterior del procesamiento 110. El valor TTL se codifica por tanto en el campo MH-4 de un mensaje MH listo para ser emitido por el dispositivo. El dato DST codificado en el campo MH-6 de dicho mensaje MH se inicializa, por su parte, en un valor nulo o cualquier otro valor predeterminado que indique una distancia nula. En efecto, la Head se aleja de sí misma según una distancia nula en número de saltos. Como resultado del desencadenamiento de la emisión del mensaje MH, se actualiza el valor actual de Dp en la memoria de datos 12. La coexistencia de los campos MH-4, MH-5 y MH-6 en el seno de un mensaje MH permite a este, como se ha mencionado anteriormente en conexión con el procesamiento 100 descrito por la figura 5, propagar dicho mensaje de adscripción por medio de mensajes retransmitidos MH' en el seno de la agrupación. De ese modo, los Miembros que reciben un mensaje MH o MH' de ese tipo pueden verificar si tienen la capacidad de retransmitir unos mensajes de servicio en concreto o de recuperar un estado de nodo libre. La invención permite de ese modo regular fácilmente la profundidad de una agrupación por el estímulo de su Head. Es posible así mantener, aumentar o reducir dicha profundidad mediante la combinación de los datos TTL, TTL-e y DST.

La invención permite igualmente a un Miembro de la agrupación poder regular su función eventual de Miembro retransmisor según sus propias capacidades energéticas o de comunicación. Mientras respete las consignas de la Head, mediante la implementación de los procesamientos 100 y 110 según la primera o la segunda modalidad, un Miembro puede ser restrictivo en relación con su función de retransmisión en favor de otros nodos Miembros o Afiliados que pertenezcan a una ruta descendente. Para ello, la invención prevé que la etapa 109 pueda, a semejanza de la eventual etapa 111 y de la etapa 112 para producir respectivamente una capacidad CH para auto-designarse Head y una profundidad de agrupación Dp, producir una capacidad CR para retransmitir los mensajes de servicio u otros en favor de dispositivos terceros que pertenecen a una ruta descendente. Una capacidad CR de ese tipo puede calcularse ventajosamente tal como $CR = R_1 \cdot h_1(p_1) + R_2 \cdot h_2(p_2) + \dots + R_i \cdot h_i(p_i)$ para la que, siendo i un entero superior o igual a 1, constituyendo R_1, R_2, \dots, R_i unos pesos, eventualmente distintos, $h_1(), h_2(), \dots, h_i()$ son unas funciones de cálculo eventualmente distintas, por ejemplo la elaboración de una relación, y p_1, p_2, \dots, p_i son unos parámetros funcionales del dispositivo Miembro. Según el contenido de CR, y por comparación con uno o varios umbrales mínimos funcionales predeterminados y por ejemplo registrados en la memoria de datos 12, se implementan las etapas 106 o 107. De ese modo, un Miembro retransmisor, con la recepción del mensaje MH o MH'

de la Head de la agrupación a la que pertenece, puede no propagar automáticamente dicho mensaje de adscripción con respecto a CR mientras que los elementos decodificados en 102 (TTL, incluso TTL-e y DST) le hayan destruido para propagar dicho mensaje de adscripción. Tanto si se favorece la primera modalidad como la segunda modalidad anteriormente mencionadas, la invención garantiza una continuidad de servicio desigual que afecta automáticamente a los papeles relacionados con los diferentes nodos de una red de dispositivos electrónicos comunicantes. La robustez de una red de ese tipo según la invención se habrá multiplicado por diez.

Para encaminar unos mensajes de servicio que emanan de un nodo Miembro o Afiliado, el procedimiento P100 incluye además un procesamiento 120 desencadenado, a título de ejemplo no limitativo, con la recepción del mensaje de servicio emitido por un dispositivo tercero o como reacción a la toma de medidas medioambientales por el dispositivo. En el seno del registro RH, registrado en la memoria de datos 12, el par de identificadores de los dispositivos Miembros de agrupación y cabeza de agrupación (Head) constituye la información de la ruta necesaria para la retransmisión de un mensaje de servicio MS con destino a dicha Head. En efecto, un procesamiento 120 así incluye una etapa 123 para emitir un mensaje de servicio MS con destino a un dispositivo que actúa como Head para un servicio S determinado. Se implementa dicha etapa 123 a continuación de una etapa previa para, por ejemplo, recoger desde un captador 15 una medida en conexión con la temperatura que reina en el seno de un contenedor, contra el que se coloca el dispositivo 10 que implementa el procedimiento de comunicación P100. Por supuesto, una etapa 123 así está condicionada igualmente por la presencia (etapa 122 en la figura 5) de un registro RH que incluye el valor IDHc de un identificador de un dispositivo o nodo que actúa como Head (situación simbolizada por una conexión 122-y en la figura 3). Según que dicho registro RH incluya una ruta ascendente Ru directa, es decir que solo esté presente un único valor de identificador de Head en el registro RH o una ruta ascendente indirecta, es decir que dicho registro RH incluya además un valor de identificador de un Miembro retransmisor, el mensaje MS se transmite directamente a dicha Head o a dicho Miembro retransmisor.

Como se ha mencionado anteriormente, una emisión 123 de ese tipo de mensaje de servicio MS puede también desencadenarse por la recepción 121 de un mensaje de servicio MS que emana de un Miembro de una misma agrupación y dirigido al dispositivo 10, que implementa dicho procedimiento de adhesión P100 y actúa como Miembro retransmisor. A continuación de la recepción de un mensaje de servicio de ese tipo que emana de un Miembro de una misma agrupación, la etapa 121 puede incluir, por tanto, una etapa para recibir y decodificar un mensaje MS de ese tipo, incluso para registrar temporalmente en la memoria de datos 12 los datos contenidos en dicho mensaje de servicio MS decodificado. La retransmisión de dicho mensaje MS puede traducirse así por una re-emisión en tiempo diferido.

Un procedimiento de comunicación P100 de acuerdo con la invención incluye además un procesamiento 130 para utilizar un mensaje MT de destrucción de la agrupación tal como se ha mencionado anteriormente, emitido desde una Head y/o para interpretar un mensaje de final de retransmisión MF emitido desde un Miembro que ya no está en situación de asegurar su función de retransmisión, debido a su propia capacidad CR o por la aplicación estricta de un requisito de reducción de la profundidad de la agrupación que emana de la Head que haya emitido un mensaje de adscripción MH según la invención. Un procesamiento 130 así de un procedimiento de comunicación P100 de acuerdo con la invención incluye una primera etapa 131 para recibir un mensaje de destrucción de la agrupación MR o de fin de la retransmisión MF elaborado y emitido por un dispositivo electrónico comunicante tercero, por ejemplo un dispositivo 10i que haya tenido previamente el carácter para actuar como Head o Miembro retransmisor.

Como se ha estudiado anteriormente en conexión con las etapas 114 y 115, un mensaje de destrucción de la agrupación MR incluye el identificador IDR del dispositivo que haya emitido dicho mensaje de destrucción de la agrupación MR. El procesamiento 130 incluye por tanto una etapa 132 para decodificar dicho mensaje de destrucción de la agrupación MR y deducir el valor de dicho identificador IDR del dispositivo emisor del mensaje de destrucción de la agrupación. La recepción del mensaje MR de ese tipo por un dispositivo que actúa como Miembro de la agrupación afectada por el mensaje de destrucción, significa una consigna estricta de abandono de la agrupación, recuperando dicho Miembro un estado de nodo libre. Para ello, el procesamiento 130 de un procedimiento P100 según la invención incluye ventajosamente una etapa 133 para actualizar el registro RH que incluye el valor actual IDHc del identificador de un dispositivo que actúa como Head, para borrar dicho valor actual o sustituir este por un valor predeterminado que produce una ausencia de identificador de dispositivo que actúa como Head. Por supuesto, dicha actualización 133 del registro RH no se efectúa más que si (situación simbolizada por la conexión 134-y en conexión con la figura 5) el valor del identificador IDR deducido del mensaje de destrucción de la agrupación MR es idéntico al valor actual IDHc inscrito en dicho registro RH. El procesamiento 130 incluye así una etapa 134, previa a la etapa 133, para implementar dicha comparación de valores de identificadores IDR e IDHc.

En el marco de la utilización de una red multi-salto, a semejanza de un mensaje de adscripción MH, puede retransmitirse ventajosamente un mensaje de destrucción de la agrupación MR por un Miembro que se convierte en libre por la implementación de la etapa 133, desencadenando la emisión de un mensaje MR que se ha retransmitido con destino a otros Miembros eventuales de la agrupación en curso de destrucción.

Con referencia a un mensaje de fin de retransmisión MF, la etapa 131 consiste en deducir el identificador, que se denominará IDF, de dicho dispositivo emisor y detectar la información que caracteriza el mensaje MF como mensaje de fin de retransmisión. La recepción de un mensaje MF de ese tipo por un dispositivo que actúa como Miembro de una misma agrupación y que pertenece a la ruta descendente desde el dispositivo emisor del mensaje MF, traduce

una consigna estricta de abandono de la agrupación, recuperando dicho Miembro un estado de nodo libre. La etapa 133 consiste entonces en actualizar el registro RH, en la memoria de datos 12, para borrar principalmente el valor actual IDHc o sustituir este por un valor predeterminado que traduce una ausencia de identificador del dispositivo que actúa como Head. Por supuesto, la actualización 133 del registro RH no se efectúa (etapa 134) más que si (situación simbolizada por la conexión 134-y en conexión con la figura 5) el valor del identificador IDF deducido del mensaje de fin de retransmisión MF está comprendido en la ruta ascendente Ru inscrita en dicho registro RH.

Cualquiera que sea la configuración de un procedimiento de comunicación P100 de acuerdo con la invención, un modo de adaptación preferido de un dispositivo electrónico comunicante, tal como el dispositivo 10 descrito en conexión con la figura 2 que implementa un procedimiento P100 de ese tipo, consiste en registrar o descargar en la memoria de programas 14, un programa informático P, que incluye una pluralidad de instrucciones de programa que, cuando son ejecutadas o interpretadas por la unidad de procesamiento 11 de dicho dispositivo 10, provocan la implementación de dicho procedimiento de comunicación P100.

La invención se ha descrito a través de un ejemplo de aplicación preferido en conexión con el seguimiento de contenedores de bienes, de mercancías sólidas, fluidas o líquidas, cooperando dichos contenedores respectivamente con los dispositivos electrónicos comunicantes, tales como los dispositivos 10 y 10i según la figura 2, implementando un procedimiento de comunicación, tal como el procedimiento P100 ilustrado en la figura 5, incluyendo cada uno de dichos dispositivos un captador 15 que coopera con una unidad de procesamiento 11 para medir y recoger una magnitud en conexión con los ambientes interno y/o externo de dichos contenedores.

Dichos dispositivos podrían utilizarse para cualquier otra aplicación distinta de la que se dirige a emitir unos datos recogidos según un enlace de larga distancia. Podrían igualmente, como variante o como complemento, asegurar uno o varios de otros servicios. Para ello, como se ha mencionado anteriormente, la memoria de datos 12 de cada dispositivo 10, 10i puede incluir, no solo un registro RH dedicado a un servicio determinado S, sino una pluralidad de registros RHn, que forman por ejemplo una tabla, respectivamente dedicados a unos servicios particulares Sn. Los mensajes de adscripción MH o MH', de servicio MS, incluso de destrucción de la agrupación MR o de final de retransmisión MF, incluirían, según esta variante, una información que permita identificar el servicio Sn determinado y afectado por cada uno de dichos mensajes.

Por otro lado, la invención se refiere así a cualquier otro sistema que incluya una pluralidad de dispositivos electrónicos comunicantes de acuerdo con la invención. De manera más particular, la invención se refiere a cualquier sistema de trazabilidad de contenedores sobre un área de almacenamiento o una plataforma de transporte, además incluyendo dicho sistema una entidad distante para recoger y utilizar unos mensajes MC emitidos desde uno o varios de dichos dispositivos cuando actúan como Head. Un sistema de ese tipo presenta unos rendimientos, en materia de autonomía energética, de robustez y de adaptabilidad a las condiciones de utilización inigualadas y sin comparación posible con relación a las conferidas por las soluciones conocidas, tal como, a título de ejemplo, el procedimiento LEACH. En efecto, gracias a la invención, la utilización de Heads, desde sus elecciones hasta la realización de la o de las acciones relacionadas con un servicio determinado, es óptima, impidiendo cualquier comunicación superflua o ineficaz en el seno de la red o con destino a terceras entidades.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de comunicación (P100) en el seno de una red (N1) que comprende una pluralidad de dispositivos electrónicos comunicantes (10, 10i, a2,...,a8, b1,...,b8,..., e1,...,e8), estando dicho procedimiento (P100) implementado por una unidad de procesamiento (11) de un primer dispositivo electrónico comunicante (10) entre dichos dispositivos electrónicos comunicantes en el seno de dicha red (N1), incluyendo dicho primer dispositivo electrónico comunicante, además de dicha unidad de procesamiento (11), una memoria de datos (12), unos primeros medios de comunicación (13) que aseguran una comunicación de proximidad inalámbrica con un dispositivo electrónico comunicante tercero (10i) de la red (N1) situado dentro del alcance de comunicación, cooperando dicha memoria de datos (12) y dichos primeros medios de comunicación (13) con dicha unidad de procesamiento (11), incluyendo la memoria de datos (12) el valor de un identificador (ID, ID', IDH, IDR, IDF) dedicado a dicho primer dispositivo electrónico comunicante (10) y un registro (RH) para memorizar (IDHc) el valor actual de un identificador (IDH) de un segundo dispositivo electrónico comunicante (d2) que actúa como cabeza de una agrupación (CI1, CI2, CI3), incluyendo dicho procedimiento (P100):

- una etapa (101) para recibir, a través de los primeros medios de comunicación (13), un mensaje de adscripción (MH, MH') elaborado y emitido por un dispositivo electrónico comunicante (10i) en el seno de la red (N1), codificando dicho mensaje de adscripción el identificador (MH-1, IDH) del segundo dispositivo electrónico comunicante (d2) que actúa como cabeza de agrupación;

- una etapa (102) para decodificar dicho mensaje de adscripción (MH, MH') y deducir el valor de dicho identificador (MH-1, IDH) del segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de la agrupación (d2) y, llegado el caso, el valor del identificador (ID') de un tercer dispositivo electrónico comunicante (10i) que haya retransmitido dicho mensaje de adscripción (MH, MH');

- una etapa (103) para actualizar el registro (RH) para que este último memorice, como valor actual del identificador (IDHc) del dispositivo que actúa como cabeza de agrupación, dicho valor del identificador (IDH) del segundo dispositivo que actúa como cabeza de agrupación deducido del mensaje de adscripción (MH, MH') decodificado y, llegado el caso, para que dicho registro (RH) memorice, además, como ruta ascendente (Ru) hacia dicho segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación (d2), el valor del identificador (ID') del tercer dispositivo electrónico comunicante(10i);

estando dicho procedimiento (P100) **caracterizado porque**:

- dicho mensaje de adscripción (MH, MH') codifica además un dato TTL (MH-4) que traduce la aptitud de un dispositivo electrónico comunicante que recibe dicho mensaje de adscripción (MH, MH') para poder retransmitir este último;

- la etapa para decodificar (102) dicho mensaje de adscripción (MH, MH') deduce además el valor de dicho dato TTL;

- la etapa (103) para actualizar el registro (RH) está adaptada para que dicho registro memorice el valor actual de dicho dato TTL previamente disminuido (102) en una unidad;

y **porque** dicho procedimiento (P100) incluye:

- una etapa para producir (106) un mensaje de adscripción retransmitido (MH'), incluyendo dicho mensaje (MH'):

o un primer campo (MH-1) que codifica al valor actual de identificador (IDHc) del dispositivo (d2) que actúa como cabeza de agrupación inscrito en el registro (RH);

o un segundo campo (MH-2) que caracteriza una ruta ascendente (Ru) hacia el segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación y que codifica el identificador (ID) del primer dispositivo electrónico comunicante (10);

o un tercer campo (MH-4) que codifica el valor actual del dato TTL inscrito en el registro (RH);

- una etapa (106) para desencadenar la emisión por parte de los primeros medios de comunicación (13) de dicho mensaje retransmitido (MH') si (109y) una etapa previa (109), que consiste en comparar el valor actual del dato TTL inscrito en el registro (RH) con un valor mínimo determinado, acredita que dicho valor actual de TTL es estrictamente superior a dicho dato mínimo.

2. Procedimiento de comunicación (P100) según la reivindicación anterior, para el que:

- el mensaje de adscripción (MH, MH') recibido incluye un dato (CH) que traduce la capacidad del segundo dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación para poder asegurar un servicio dado (S);

- la etapa para decodificar (102) dicho mensaje de adscripción (MH, MH') deduce además de dicho mensaje de adscripción dicho dato (CH) que traduce dicha capacidad;

- la etapa para actualizar (103) el registro (RH) consiste además en escribir en dicho registro (RH) el valor (CHc) de dicho dato (CH) que traduce la capacidad del dispositivo (d2) que actúa como cabeza de agrupación.

3. Procedimiento de comunicación (P100) según la reivindicación anterior, para el que la etapa (103) para actualizar el registro (RH) e inscribir en él el valor actual (IDHc) del identificador del dispositivo electrónico comunicante que

actúa como cabeza de agrupación no se lleva a cabo más que si (104-y) el dato (CH) que traduce dicha capacidad es superior o igual a un umbral mínimo de exigencia determinado.

4. Procedimiento de comunicación (P100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye:

- 5 - una etapa (131) para recibir un mensaje de fin de retransmisión (MF) elaborado y emitido por el tercer dispositivo electrónico comunicante (10i), incluyendo dicho mensaje de fin de retransmisión (MF) el identificador (IDF, ID') de dicho tercer dispositivo electrónico comunicante (10i);
- una etapa para decodificar (132) dicho mensaje de fin de retransmisión (MF) y para deducir el valor de dicho identificador (IDF, ID');
- 10 - una etapa para actualizar (133) el registro (RH) que incluye el valor actual (IDHc) de un identificador de un dispositivo que actúa como cabeza de agrupación, para borrar dicho valor actual (IDHc) o sustituir este por un valor predeterminado que traduce una ausencia de identificador del dispositivo que actúa como cabeza de agrupación, no efectuándose dicha actualización (133) del registro (RH) más que si (134-y) el valor del identificador (10', IDF) deducido del mensaje de fin de retransmisión (MF) está comprendido en el registro (RH) como ruta ascendente (Ru) hacia dicho dispositivo que actúa como cabeza de agrupación (d2).

15 5. Procedimiento de comunicación (P100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para el que:

- la etapa (109) que consiste en comparar el valor actual del dato TTL inscrito en el registro (RH) con un valor mínimo determinado, consiste además en producir una capacidad (CR) para retransmitir unos mensajes en favor de dispositivos electrónicos comunicantes, perteneciendo dichos dispositivos electrónicos comunicantes a una ruta descendente desde el primer dispositivo electrónico comunicante (10), según un parámetro funcional de dicho dispositivo y en comparar dicha capacidad (CR) producida con un umbral mínimo funcional predeterminado;
- 20 - la etapa (106) para desencadenar la emisión por parte de los primeros medios de comunicación (13) de dicho mensaje retransmitido (MH') no se implementa más que si (109y) dicha capacidad producida (CR) es estrictamente superior a dicho umbral mínimo funcional predeterminado.

25 6. Procedimiento de comunicación (P100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para el que la etapa (103) para actualizar el registro (RH) a continuación de la decodificación (102) de un mensaje de adscripción (MH, MH') consiste además en desencadenar, simultáneamente con la actualización del registro (RH), unos medios de medición de la duración, incluyendo dicho procedimiento de comunicación (P100) una etapa para comparar dicha duración con un periodo de espera máximo predeterminado y para actualizar (107) dicho registro (RH) y borrar o sustituir el valor actual (IDHc) del identificador del dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación por un valor predeterminado que traduce una ausencia de identificador del dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación.

30 7. Procedimiento de comunicación (P100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para el que:

- 35 - un mensaje de adscripción (MH, MH') incluye un campo (MH-5) que codifica un dato TTL-e que caracteriza la profundidad máxima de la agrupación deseada por el segundo dispositivo electrónico comunicante (d2) que actúa como cabeza de agrupación y un campo (MH-6) que codifica un dato DST que caracteriza la distancia que separa el dispositivo electrónico comunicante emisor de dicho mensaje de adscripción (MH, MH') sobre una ruta descendente desde el dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación (d2);
- 40 - la etapa (102) para decodificar dicho mensaje de adscripción (MH, MH') deduce los valores de dichos datos TTL-e y DST;
- la etapa (103) para actualizar el registro (RH) está adaptada para que dicho registro memorice el valor del dato TTL-e y el valor, previamente incrementado en una unidad, del dato DST;

45 incluyendo además dicho procedimiento (P100) una etapa para comparar dichos valores TTL-e y DST inscritos en el registro (RH) y para actualizar (107) dicho registro (RH) y borrar o sustituir el valor actual (IDHc) del identificador del dispositivo electrónico comunicante que actúa como cabeza de agrupación por un valor predeterminado que traduce una ausencia de identificador del dispositivo que actúa como cabeza de agrupación.

8. Procedimiento de comunicación (P100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye:

- 50 - una etapa para determinar la profundidad (Dp) máxima de la agrupación cuyo primer dispositivo electrónico comunicante (10) desea ser cabeza de agrupación según (112) un parámetro de funcionamiento de dicho dispositivo (10);
- una etapa para codificar un mensaje de adscripción (MH) y desencadenar la emisión (113) de dicho mensaje (MH) por parte de los primeros medios de comunicación (13), incluyendo dicho mensaje (MH) un primer campo (MH-1) que codifica el identificador (IDH) de dicho primer dispositivo electrónico comunicante y un segundo campo (MH-4) que codifica el dato TTL cuyo valor se inicializa con el de la profundidad máxima de la agrupación producida.

55 9. Procedimiento de comunicación (P100) según la reivindicación 7, que incluye:

- una etapa para determinar la profundidad (Dp) máxima de la agrupación cuyo primer dispositivo electrónico comunicante (10) desea ser cabeza de agrupación según (112) un parámetro de funcionamiento de dicho dispositivo (10);
 - una etapa para codificar un mensaje de adscripción (MH) y desencadenar la emisión (113) de dicho mensaje (MH) por parte de los primeros medios de comunicación (13), incluyendo dicho mensaje (MH) unos campos (MH-1, MH-4, MH-5, MH-6) que codifican respectivamente:
 - a. el identificador (IDH) de dicho dispositivo;
 - b. el dato TTL cuyo valor se inscribe en el registro (RH);
 - c. el dato TTL-e cuyo valor se inicializa con el de la profundidad (Dp) máxima de la agrupación determinada;
 - d. el dato DST cuyo valor se inicializa a un valor que indica una distancia nula en número de saltos.
10. Procedimiento de comunicación (P100) según las reivindicaciones 8 o 9, que incluye una etapa para evaluar (111) la capacidad del primer dispositivo electrónico comunicante (10) para asumir un servicio (S) determinado, consistiendo dicha etapa (111) en estimar (1111) un parámetro de funcionamiento de dicho dispositivo (10) y en producir (1112) un dato (CH) que traduce la capacidad de dicho dispositivo (10) para poder asegurar dicho servicio determinado (S), y para el que la etapa de codificar un mensaje de adscripción (MH) consiste en prever, en el seno de dicho mensaje de adscripción (MH), un campo (MH-3) que codifica dicho dato (CH) que traduce dicha capacidad previamente al desencadenamiento de la emisión (113) de dicho mensaje (MH) por parte de los primeros medios de comunicación (13).
11. Procedimiento de comunicación (P100) según la reivindicación anterior, que incluye una etapa para comparar (112) el dato (CH) que traduce dicha capacidad con un umbral funcional mínimo de exigencia y para el que la etapa (113) para desencadenar la emisión del mensaje de adscripción no se actualiza más que si (112-y) el dato que traduce dicha capacidad es superior o igual a dicho umbral funcional mínimo de exigencia.
12. Producto de programa informático (P) que incluye unas instrucciones de programa que, cuando son ejecutadas o interpretadas por un ordenador (10) provocan la implementación de un procedimiento de comunicación (P100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
13. Dispositivo electrónico comunicante (10) que incluye una unidad de procesamiento (11), una memoria de datos (12), una memoria de programas (14), unos primeros medios de comunicación (13) que aseguran una comunicación de proximidad inalámbrica con cualquier otro dispositivo electrónico comunicante (10i) situado dentro del alcance de comunicación, cooperando dichas memorias (12, 14) y dichos primeros medios de comunicación (13) con dicha unidad de procesamiento (11), incluyendo la memoria de datos (12) el valor de un identificador (ID) dedicado al dispositivo electrónico comunicante (10) y un registro (RH) para incluir el valor actual de un identificador de un dispositivo que actúa como cabeza de agrupación, estando dicho dispositivo electrónico comunicante (10) **caracterizado por que** incluye en la memoria de programas (14), las instrucciones de un producto de programa informático (P) según la reivindicación anterior.
14. Sistema que incluye una pluralidad de dispositivos electrónicos comunicantes (10, 10i) de acuerdo con la reivindicación anterior.
15. Sistema según la reivindicación anterior que incluye una pluralidad de contenedores de bienes, de mercancías sólidas, fluidas o líquidas, cooperando dichos contenedores, respectivamente, con los dispositivos electrónicos comunicantes (10, 10i), incluyendo cada uno de estos últimos un captador (15) que coopera con la unidad de procesamiento (11) para medir y recoger una magnitud en conexión con los ambientes interno y/o externo de dichos contenedores.

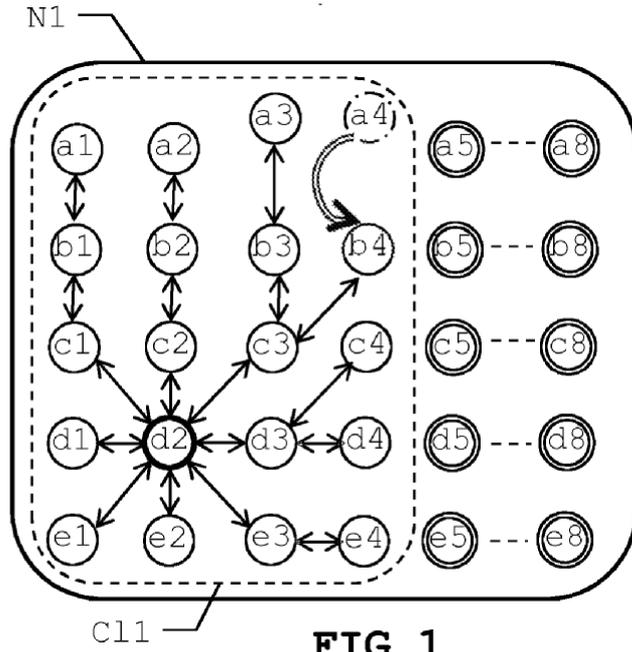


FIG. 1

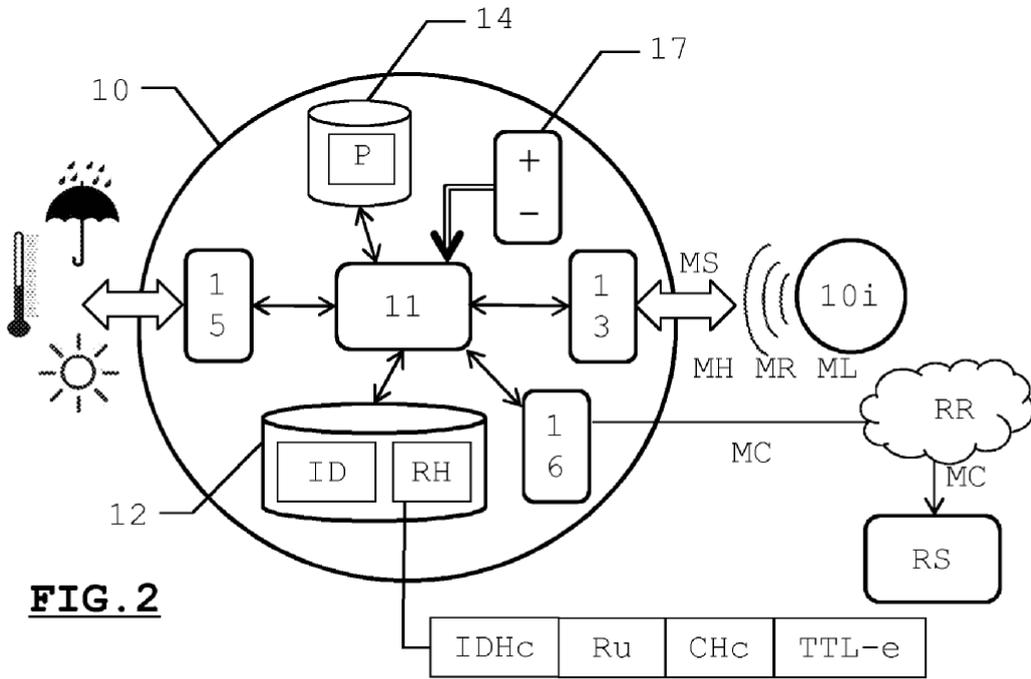


FIG. 2

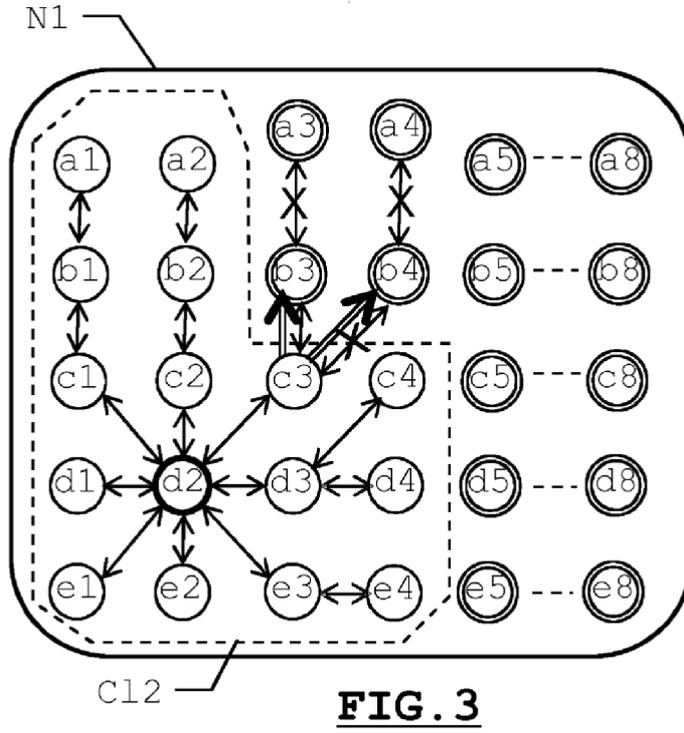


FIG. 3

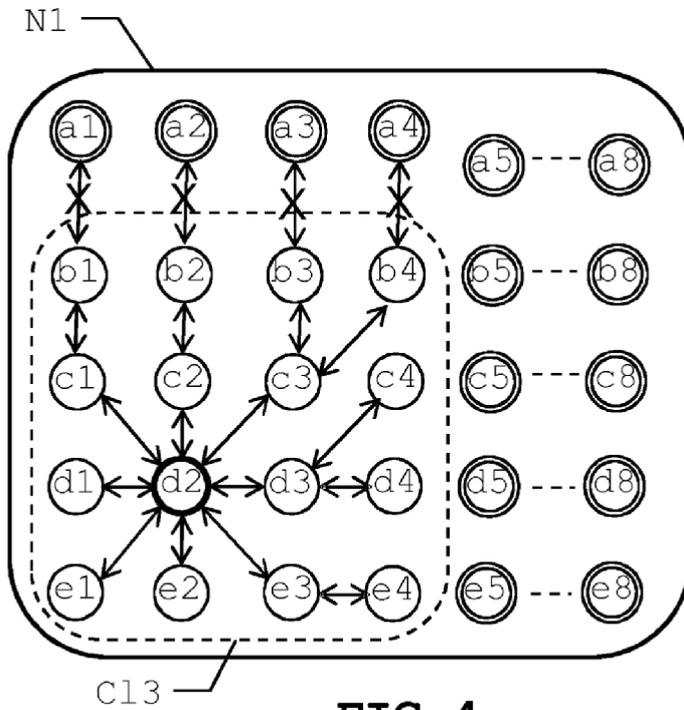


FIG. 4

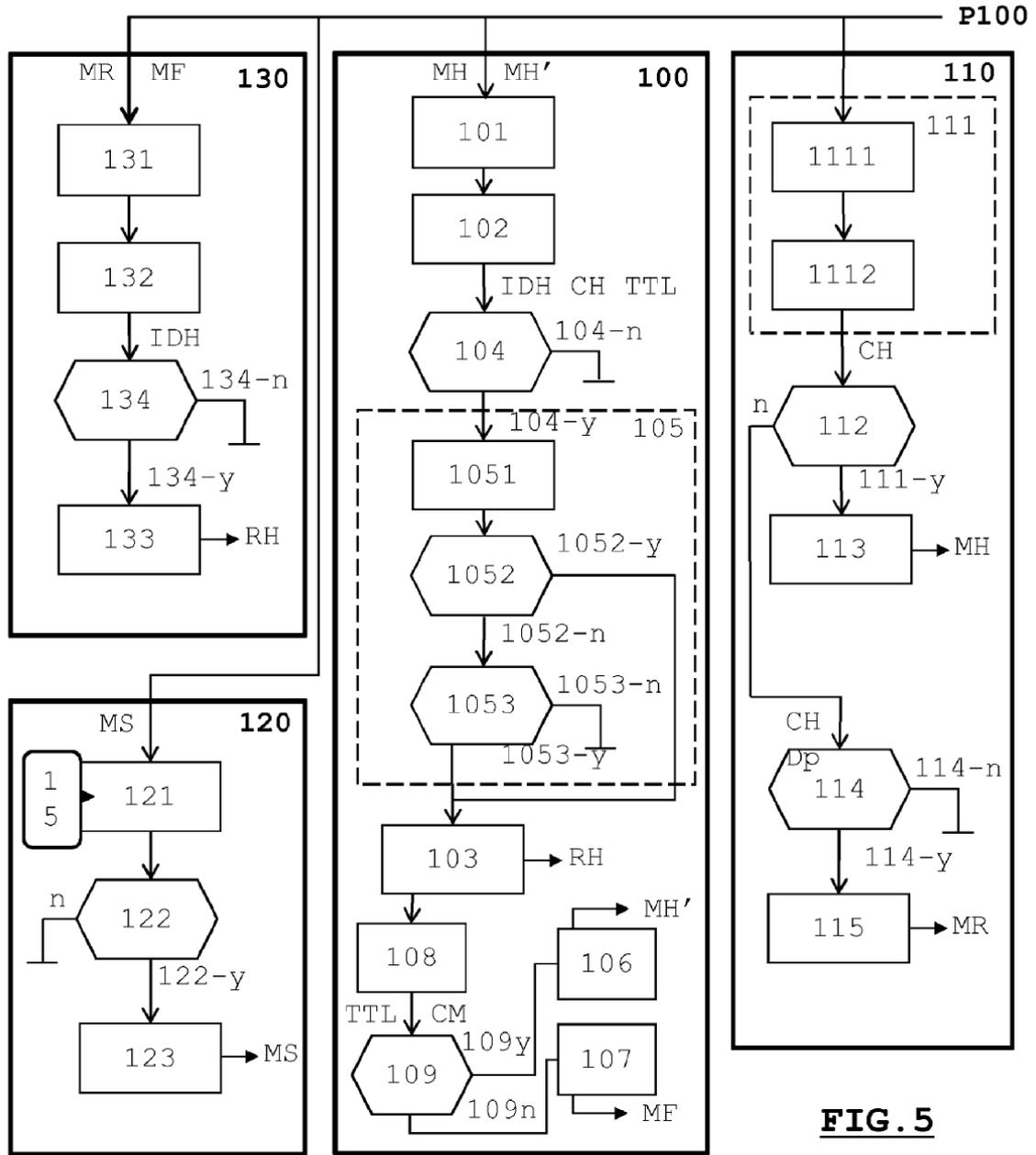


FIG. 5

