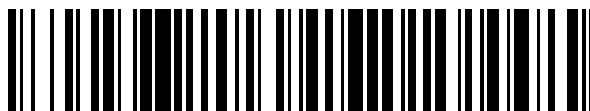


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 159**

51 Int. Cl.:

H04W 52/02 (2009.01)

H04W 24/10 (2009.01)

H04W 84/20 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2013** **E 13195268 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018** **EP 2739115**

54 Título: **Procedimiento de comunicación, estaciones emisora y receptora y programas informáticos asociados**

30 Prioridad:

03.12.2012 FR 1261558

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

20.06.2018

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

NUCCI, PHILIPPE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 673 159 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, estaciones emisora y receptora y programas informáticos asociados

La presente invención se refiere a las técnicas de comunicación utilizadas en las redes de telecomunicaciones, particularmente, pero no exclusivamente, en las redes ad hoc.

5 Las redes ad hoc son unas redes de telecomunicación desprovistas de infraestructura fija. Un cierto número de estaciones inalámbricas equipadas con unos medios de emisión y/o recepción de radio y de protocolos adecuados forman unos nodos de una red ad hoc.

10 Estas redes pueden tomar la forma de ordenadores fijos o portátiles, de ordenadores de bolsillo, de teléfonos móviles, de vehículos, de aparatos electrodomésticos, etc. Pueden además asociarse a unos módulos tales como captadores o actuadores.

Una red ad hoc de captadores permite efectuar así la recogida de informaciones con el fin de, por ejemplo, supervisar o controlar unas instalaciones.

15 En general, los nodos o bien están alimentados por unas pilas cuya sustitución o recarga es costosa y difícil, incluso imposible, o bien alimentados con ayuda de una técnica de recuperación de energía sin baterías. La economía de energía es por tanto un factor crucial en dichas redes.

Por otra parte, una instalación de canalizaciones eléctricas prefabricadas es un ejemplo de instalación que necesita una supervisión de temperatura en una multitud de puntos con el fin de controlar su estado.

20 Se constata frecuentemente un calentamiento anormal de las zonas de unión entre dos partes sucesivas de canalización, debido principalmente a un apriete insuficiente de los tornillos de la unión por el instalador. Las soluciones actuales frente a estos problemas de calentamiento comprenden operaciones de mantenimiento preventivo que consisten en reapretar sistemáticamente los tornillos, y operaciones de inspección de las instalaciones con ayuda de cámaras térmicas, que permiten visualizar las zonas de calentamiento anormal.

25 Ahora bien, estas técnicas presentan ciertos inconvenientes: son muy largas y complicadas de implementar debido al gran número de uniones a verificar y la disposición de las canalizaciones que pueden ser difícilmente accesibles: en altura, bajo el piso, bajo falsos suelos, etc.

Además, la fiabilidad de las medidas termográficas depende del entorno de medición (presencia de polvos, grasas, etc.), lo que hace poco precisas las interpretaciones del estado de temperatura de las canalizaciones.

Existe por tanto una necesidad para recuperar, procedentes de múltiples puntos dispuestos a lo largo de canalizaciones eléctricas, informaciones relativas a las temperaturas recogidas en estos múltiples puntos.

30 Se conoce por otro lado el documento EP 1.737.162 A1 que describe una técnica de reconstrucción de un árbol en caso de desconexión de un nodo en una red de nodos.

35 Según un primer aspecto, la invención propone un procedimiento de comunicación, sobre un canal de radio en una red que incluye un nodo principal y una pluralidad de nodos secundarios de telecomunicaciones, tal como se define por la reivindicación 1. Un procedimiento de ese tipo proporciona buenos rendimientos en términos de rapidez de transmisión y de consumo de energía, particularmente en el caso de una red lineal, típicamente una red en la que los nodos se disponen en las uniones de las canalizaciones eléctricas.

En un modo de realización, el procedimiento de comunicación comprende una o varias de las características siguientes:

- 40 - con el fin de transmitir una información al nodo principal, dicha información se emite por dicho nodo secundario exclusivamente con destino en dicho nodo padre;
- dicho nodo secundario emite periódicamente un mensaje de baliza en el canal de radio indicando un número de enlaces de radio que le separan del nodo principal igual al número de enlaces de radio que separan al nodo principal de su nodo padre más 1;
- 45 - para emitir en el canal de radio dicha información con destino en dicho nodo padre, el nodo hijo detecta un mensaje de baliza emitido periódicamente por su nodo padre que define el inicio de un intervalo temporal en el que es apto para recibir unas informaciones del nodo hijo, el nodo hijo transmite las informaciones al nodo padre durante este periodo;
- el nodo hijo emite un mensaje de baliza periódicamente que define el inicio de un intervalo temporal en el que es apto para recibir unas informaciones de un nodo de su vecindad de radio;
- 50 - con el fin de detectar la emisión a una primera frecuencia dada de los mensajes de baliza por unos nodos en su vecindad de radio, y un periodo tipo de longitud igual a un periodo inverso de la primera frecuencia que está recortado en varias porciones, se escucha al menos una porción por dicho nodo secundario con al menos un

periodo de desfase con relación a la escucha de otra porción, habiéndose puesto a dicho nodo secundario en espera durante una parte del tiempo que separa las escuchas de las dos porciones;

- se escucha una nueva porción a partir de que dicho nodo secundario disponga de un nivel de alimentación suficiente para la escucha de dicha porción;
- el tamaño de al menos una porción es función del nivel actual de la alimentación de dicho nodo;
- el procedimiento se implementa para la supervisión térmica de canalizaciones eléctricas, de modo que los nodos se localizan a la altura de uniones de canalizaciones eléctricas, y comprenden además al menos un captador de temperatura, incluyendo las informaciones unos datos que indican al menos unas temperaturas medidas por dichos captadores.

Según un segundo aspecto, la invención propone una estación emisora y receptora, para formar un nodo adecuado para emitir y recibir en un canal de radio de comunicación, perteneciendo el nodo a una red que incluye un nodo principal y una pluralidad de nodos secundarios de telecomunicaciones, tal como se define por la reivindicación 9. En un modo de realización, la estación emisora y receptora comprende una o varias de las características siguientes:

- comprende, con el fin de transmitir una información al nodo principal, unos medios de emisión de dicha información, por dicho nodo secundario, exclusivamente con destino en dicho nodo padre;
- comprende unos medios de emisión periódica de un mensaje de baliza en el canal de radio, que indican un número de enlaces de radio que le separan del nodo principal igual al número de enlaces de radio que separan al nodo principal de su nodo padre más 1;
- comprende, para emitir en el canal de radio dicha información con destino en dicho nodo padre, unos medios de detección de un mensaje de baliza emitido periódicamente por su nodo padre, que definen el inicio de un intervalo temporal en el que es apto para recibir unas informaciones de la estación, transmitiendo la estación las informaciones al nodo padre durante este intervalo.
- comprende unos medios de emisión del mensaje de baliza periódicamente que define el inicio de un intervalo temporal en el que es apto para recibir unas informaciones de un nodo de su vecindad de radio;
- comprende, con el fin de detectar la emisión a una primera frecuencia dada de los mensajes de baliza por unos nodos en su vecindad de radio, y un periodo típico de longitud igual a un periodo igual a la inversa de la primera frecuencia que está recortado en varias porciones, unos medios de escucha de al menos una porción por dicho nodo secundario con al menos un periodo de desfase con relación a la escucha de otra porción, habiéndose puesto a dicho nodo secundario en espera durante una parte del tiempo que separa las escuchas de dos porciones;
- comprende unos medios de escucha de una nueva porción a partir de que dispone de un nivel de alimentación suficiente para la escucha de dicha porción;
- el tamaño de al menos una porción es función del nivel actual de alimentación de la estación;
- las informaciones transmitidas por el nodo padre comprenden una dirección de identificación del nodo hijo en la red;
- está adaptada para la supervisión térmica de canalizaciones eléctricas, se localiza en una unión de canalizaciones eléctricas, y comprende además al menos un captador de temperatura, incluyendo las informaciones unos datos que indican al menos unas temperaturas medidas por dichos captadores.

Según un tercer aspecto, la invención propone un programa informático, a instalar en una estación emisora y receptora para formar un nodo adecuado para emitir en un canal de radio, perteneciendo el nodo a una red que incluye un nodo principal y una pluralidad de nodos secundarios de telecomunicaciones, comprendiendo dicho programa unas instrucciones para implementar, durante una ejecución del programa por unos medios de tratamiento de dicha estación emisora y receptora, las etapas del procedimiento según el primer aspecto de la invención.

Surgirán aún otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción que sigue. Esta es puramente ilustrativa y debe ser leída con relación a unos dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 es una vista en despiece en perspectiva de una parte de una instalación de canalizaciones eléctricas a la altura de una unión eléctrica;
- la figura 2 representa esquemáticamente una estación de emisión-recepción según la invención;
- la figura 3 es un esquema explicativo de la transmisión de datos entre un nodo padre y un nodo hijo;
- la figura 4 es un organigrama de un procedimiento de comunicación de acuerdo con la invención;
- la figura 5 es un esquema explicativo de la transmisión de datos de proximidad en proximidad entre nodos;
- la figura 6 es un esquema explicativo que ilustra una operación de búsqueda de balizas por un nodo secundario;
- la figura 7 ilustra la referencia de los desfases con relación al nodo principal.

En la figura 1 se representa, en un modo de realización de la invención, una parte 1 de una instalación de canalizaciones eléctricas a la altura de una unión eléctrica 2 que conecta, con ayuda de tornillos 8a, 8b, un primer segmento 4 de canalización y un segundo segmento 6 de canalización eléctrica.

Durante la instalación de las canalizaciones eléctricas, los diferentes segmentos, análogos a los primer 4 y segundo 6 segmentos, se insertan en unas uniones, análogas a la unión 2. posteriormente se efectúa un apriete de los tornillos de cabeza partible, análogos a los tornillos 8a, 8b, con ayuda de una llave dinamométrica con el fin de asegurar la fijación de los dos segmentos a conectar, así como el paso de la corriente de un segmento al otro. Un

mal apriete a la altura de la unión 2 se traduce en una calidad de contacto degradada en una zona de la unión, teniendo por efecto aumentar la densidad de corriente y provocando entonces un calentamiento anormal a la altura de la unión 2.

5 La canalización eléctrica considerada tiene por ejemplo una longitud de 400 m y comprende por ejemplo una unión de cada 4 m, es decir un centenar de uniones 2.

En un modo de realización de la invención, cada una de estas uniones 2 está provista de una estación 10 que le está asociada, y que forma un nodo de telecomunicación de una red de telecomunicación según la invención.

10 En el caso considerado, cada estación 10 asociada a una unión está adaptada además para supervisar el estado térmico de la unión a la que está asociada y para transmitir unas informaciones relativas a este estado térmico con destino en una estación 10 particular o nodo particular, que recoge todas las informaciones procedentes de las estaciones de la canalización eléctrica. Las informaciones procedentes de las medidas de un nodo dado incluyen un identificador de dicho nodo.

15 Este nodo 10 particular se denomina nodo principal 10a. Puede o no estar asociado él también a una unión. Los otros nodos de la red, que transmiten informaciones con destino en el nodo principal 10a, se denominan nodos secundarios 10b.

Con referencia a la figura 2, cada nodo, llamado también estación, 10 comprende unos medios 91 de recepción y de emisión de radiofrecuencia, sobre un canal de radio 14 compartido, unos mensajes emitidos por, o hacia, unos nodos de su vecindad de radio.

20 Una estación 10 incluye además un microcalculador 92, adecuado para ejecutar unas instrucciones de software, y una memoria 93. El programa PROG comprende unas instrucciones de software que está almacenado principalmente en la memoria 93.

Una estación 10 incluye además un módulo 95 de alimentación eléctrica, adaptado para alimentar los diferentes elementos de la estación 10.

25 Este módulo 95 de alimentación eléctrica, en el caso de los nodos 10b secundarios, está adaptado, por ejemplo, para transformar la energía vibratoria y/o térmica recibida en energía eléctrica.

El módulo 95 de alimentación al nodo 10a principal, incluye, o está conectado, a una fuente de energía que le proporciona en todo instante una energía eléctrica, por ejemplo a la red eléctrica.

En el caso de un nodo 10b secundario y si es necesario del nodo 10a principal, la estación 10 incluye además un captador 94 térmico adecuado para medir regularmente la temperatura local de la unión asociada.

30 En un modo de realización, la estación 10 está adaptada además para tratar unas medidas de temperatura efectuadas por el captador 94 térmico y en función de la comparación de estas medidas tratadas y de un umbral, por ejemplo, generar una alerta, insertada, con el identificador de la estación 10, en las informaciones a transmitir hacia el nodo 10a principal.

35 Cada nodo 10 es adecuado para comunicar directamente con otro nodo 10 de su vecindad de radio con la ayuda de un procedimiento de comunicación de acuerdo con la invención, que se basa en un protocolo de comunicación 802.15.4 definido por el Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos, llamado IEEE, y que se aplica a la redes inalámbricas, realizándose la comunicación sobre el canal 14 de radio compartido, a una frecuencia dada.

La frecuencia elegida para la comunicación está comprendida, por ejemplo, entre 2400 MHz y 2483,5 MHz y es, en el caso considerado igual, en el espectro de radio de los 2,4 GHz ISM (Industrial Scientific Medical, License Free).

40 El procedimiento de acuerdo con la invención se basa principalmente, en las capas PHY y MAC del protocolo 802.15.4, e implementa unas operaciones de emisión y recepción que están sincronizadas entre los nodos 10 con ayuda de las balizas 16 emitidas en cada periodo T por los nodos 10.

El conjunto de las etapas descritas a continuación se implementan por los nodos 10 a continuación de la ejecución de instrucciones de software del programa informático PROG en los micocalculadores 92 de los nodos.

45 Con referencia a la figura 3, la transmisión de informaciones entre un nodo 10 padre, referenciado como A y un nodo 10 hijo, referenciado, B, proporcionándose más adelante la definición de los términos padre e hijo, se realiza según una comunicación ascendente, es decir del nodo hijo B hacia el nodo padre A, y una comunicación descendente, es decir del nodo padre A hacia el nodo hijo B.

50 Un nodo hijo B está adaptado para escuchar el canal 14 de radio en el momento predeterminado de la emisión de una señal de baliza 16 por el nodo padre A y para detectar la emisión de esta baliza 16 (lo que corresponde a la operación de "beacon tracking" del protocolo 802.15.4).

Esta baliza 16 emitida por el nodo padre A es una señal de partida para un nodo hijo B del nodo A, para que transmita unas informaciones al nodo A. Incluye varios campos de datos, principalmente un identificador de la red PANId, habiendo emitido la baliza un identificador del nodo A y otras informaciones descritas a continuación.

5 De hecho, el nodo B emite unas informaciones 19 hacia su nodo padre A después de la emisión de una baliza 16 por el nodo A, en una ventana de tiempo denominada CAP (en inglés "Contention Access Period"). Con el fin de evitar eventuales colisiones entre mensajes, verifica previamente, antes de emitir, que el canal 14 no está ocupado, realizando una escucha 18 según el procedimiento de acceso CSMA/CA (en inglés "Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance") definido por el IEEE.

10 El nodo padre A escucha los mensajes que pueden enviársele por cada uno de sus nodos hijo B en la CAP que sucede a la emisión de la baliza 16 emitida por el nodo A.

El protocolo 802.15.4 prevé además un mecanismo que permite a un nodo padre A no recibir únicamente mensajes de un nodo hijo B, sino igualmente enviárselos.

15 De ese modo cuando el nodo padre A debe transmitir informaciones a un nodo hijo B, el nodo A indica en la baliza 16 que va a emitir informaciones 21 disponibles para el nodo hijo B (véase la indicación 17 en la figura 3). Las informaciones permanecen entonces almacenadas en el nodo A. El nodo hijo B afectado emite entonces un comando 20 en la CAP que sigue a la emisión de la baliza 16 lo que provoca la emisión por el nodo A de las informaciones 21, poniéndose el nodo B en recepción de las informaciones 21 a continuación de la transmisión de su comando 20.

20 Esta comunicación está clasificada como indirecta porque el mensaje 21 contenido en el nodo A no se transmite directamente al nodo B. Un modo así de comunicación descendente, aunque ofrece unas velocidades menores debido a esta comunicación indirecta está bien adaptado al caso considerado, porque el flujo de datos descendente es tan reducido como el flujo de datos ascendente.

El organigrama de la figura 4 presenta unas etapas 100, 200, 210, 220, 230 de un procedimiento de comunicación en un modo de realización de la invención.

25 Durante una etapa 100 de inicialización del nodo 10a principal, este último se asegura de que no existe en el canal 14 asignado a la red del nodo 10a principal, al que se ha asignado un identificador PANId que caracteriza esta red, otra red que emita con un mismo identificador PANId.

Para esto, el nodo 10a principal efectúa una escucha pasiva con el fin de verificar que no recibe ninguna baliza 16 que comprenda este identificador.

30 El nodo 10a principal emite entonces unas balizas 16 separadas por un periodo T, en las que se identifica en tanto que nodo principal o en inglés "PAN coordinator", de acuerdo con el protocolo 802.15.4.

Durante su inicialización 200, todo nodo 10b secundario efectúa un cierto número de etapas 210, 220, 230:

- 35 - una etapa 210 previa de escucha que tiene como objetivo escanear el canal 14 durante una duración equivalente a un periodo T completo, y detectar las balizas 16 emitidas en el canal 14 y determinar así los nodos presentes en su vecindad de radio;
- posteriormente en una etapa 220, el nodo 10b secundario determina un único nodo padre al que transmitirá unas informaciones 19 destinadas al nodo 10a principal;
- posteriormente en una etapa 230, el nodo 10b secundario determina un desfase a realizar entre su propia señal de baliza y la señal de baliza de su padre, posteriormente emite a su vez en cada periodo T, una baliza 16.
- 40 - una vez realizadas estas etapas de inicialización, el nodo 10b secundario puede funcionar de manera operativa como se ha descrito por ejemplo con referencia a la figura 3.

Estas diferentes etapas se detallan a continuación.

45 Solamente un cierto número de nodos 10b secundarios son adecuados para comunicar directamente con el nodo 10a principal: se trata de los nodos 10b secundarios que están situados en el alcance de radio del nodo 10a principal.

Se define el rango de un nodo 10 como el número de enlaces de radio que separan el nodo 10 del nodo 10a principal.

De este modo, el nodo 10a principal es de rango nulo. Los nodos 10b secundarios que reciben las balizas 16 del nodo 10a principal cuando implementan una etapa 210 son de rango 1.

50 Los nodos 10b secundarios que reciben, en el transcurso de la etapa 210 que efectúan en la inicialización, las balizas 16 de un nodo de rango 1 sin recibir las balizas 16 del nodo 10a principal, son de rango 2, etc.

De ese modo la transferencia de una información 19 de un nodo 10b secundario de rango estrictamente superior a 1

hacia el nodo 10a principal pasa por unos nodos 10b intermedios de rango decreciente de 1 en 1.

Según la invención, cada nodo 10 incluye su rango en las señales de baliza 16 que emite.

De este modo, cuando el nodo 10b efectúa una escucha 210 del canal 14 equivalente a un periodo T, recibe las balizas 16 de todos los nodos 10 que emiten en su vecindad de red, indicando cada una de estas balizas 16 el rango del nodo 10 que la ha emitido.

En la etapa 220, el nodo 10b secundario selecciona entonces en tanto que nodo padre, entre estos nodos 10 de su vecindad de radio, aquel que ha emitido la baliza 16 que indica un rango mínimo. El rango que el nodo 10b emite a continuación en sus propias balizas 16 será igual al rango de su padre, más uno.

En un modo de realización, la elección del padre entre varios nodos 10 por el nodo dado es función del rango de dichos nodos 10 y/o de indicadores de la calidad de la comunicación entre el nodo dado y cada uno de los nodos 10 y/o de una información presente en la baliza transmitida por cada uno de dichos nodos 10, que indica el desfase entre su señal de baliza y la señal de baliza emitida por su propio padre (un padre que presenta el desfase más reducido de baliza con relación a la de su padre será por ejemplo elegido prioritariamente, dando lugar a una recogida más rápida de las informaciones por el nodo principal).

Una vez que el nodo 10b secundario ha elegido su nodo padre, pasa a un modo de seguimiento de las balizas. Ese modo consiste en ponerse en espera para no despertarse más que en el momento predeterminado de la emisión de las balizas 16 de su nodo padre con el fin de intercambiar datos con el nodo padre en la ventana CAP del nodo padre, o para no despertarse más que en el momento de emisión de sus propias balizas 16 con el fin de intercambiar datos, durante su propia ventana CAP, con su o sus nodos hijo.

La figura 5 ilustra la transferencia de datos desde un nodo C (rango K+1), hacia su nodo padre B (rango K), y desde ahí hacia el nodo A (rango K-1) padre del nodo B, siendo retransmitidos así estos datos de hijo a padre hasta el nodo principal 10a.

El nodo B emite unas balizas 16_B que permiten desfasar sus intercambios con su o sus nodos hijo, por ello el nodo C. El nodo C escruta la emisión de las balizas 16_B por su nodo padre B, con el fin de transmitir unas informaciones a transmitir 19 durante las ventanas CAP_B que siguen a estas balizas 16_B .

En un modo de realización, la etapa de barrido 210 en la inicialización de un nodo 10b secundario se realiza de manera que se economice la energía disponible realizando una escucha equivalente a un periodo T por porción.

Con referencia a la figura 6, el nodo 10b escucha, a partir del tiempo t_0 , el canal 14 con el fin de detectar el conjunto de las balizas 16 emitido por los nodos en alcance de radio no durante un periodo T completo, sino que escucha durante varios periodos T de las porciones P_1 a P_n , que módulo T, permiten recorrer el equivalente a un periodo completo. Cada porción P_i dura un tiempo d_i . La duración d_i es estrictamente inferior a T. Entre dos porciones de escucha consecutivas, el nodo 10b se pone en espera con el fin de que el módulo 95 de alimentación se recargue de energía.

Durante el primer periodo T que transcurre a partir de t_0 , el nodo 10b escucha el canal 14 durante una porción P_1 , de t_0 a t_0+d_1 , para detectar las balizas emitidas. Posteriormente se pone en espera para no despertarse durante el segundo periodo que transcurre a contar desde t_0 , más que en t_0+T+d_1 y escuchar el canal 14 durante una porción P_2 , de t_0+T+d_1 a $t_0+T+d_1+d_2$, antes de ponerse en espera.

De este modo, para $i=1$ a n , se reiteran estas etapas: el nodo 10b se pone en espera a continuación de la escucha de la porción P_{i-1} para no despertarse durante el i-ésimo periodo que transcurre a contar desde t_0 , más que en $t_0+T+d_1+\dots+d_{i-1}$, y escuchar el canal 14 durante la porción P_i , de $t_0+T+d_1+\dots+d_{i-1}$ a $t_0+T+d_1+\dots+d_{i-1}+d_i$, antes de ponerse en espera.

En el caso representado en la figura 6, $n=9$, $d_i=d$ constante para $i=1$ a 9.

En la práctica, la duración de escucha se alarga grandemente: con unas porciones de escucha de 15 ms, son necesarios 17 min para escuchar completamente un periodo entre dos balizas 16 cuya emisión está separada en 4 s.

En una variante, la porción a escuchar se define por la implementación de un algoritmo de barrido por dicotomía.

En una variante, la escucha no se realiza con una porción escuchada por periodo T, sino que el nodo 10b realiza la escucha de una nueva porción P_i a partir de que haya acumulado suficiente energía para escuchar una porción P así de duración d_i . En esta variante, la escucha global es más rápida pero la gestión de la memorización de las porciones escuchadas, o a escuchar, es más compleja.

Como otra variante, la duración d_i de escucha es variable y por ejemplo dependiente de la energía disponible en el nodo 10b que realiza la escucha. En esta variante, la escucha global es más rápida.

Cada nodo se identifica por una dirección única sobre 64 bits, denominada dirección extendida.

5 Con el fin de limitar el volumen de datos intercambiados principalmente debido a la inserción del identificador de un nodo en las balizas que emite o en los datos recogidos por el nodo principal representativos de las medidas de temperatura efectuadas por el nodo, los nodos que integran la red se identifican por una dirección más corta, propia de la red y asignada por el nodo 10a principal. Una vez que un nodo ha elegido un padre, solicita la asignación de una dirección corta referida al nodo 10a principal, que se la transmite, de vuelta.

El nodo 10b secundario puede entonces emitir a su vez unas balizas 16 y datos, utilizando esta dirección corta.

10 En un modo de realización de la invención, el instante de emisión de las balizas 16 por el nodo 10b secundario considerado, se elige en una etapa 230, respetando ciertas reglas, de manera alternativa o combinada, que se exponen a continuación.

Un nodo 10b no puede emitir balizas en el mismo momento que su padre, porque debe estar en ese momento a la escucha de las emisiones de su padre. Por tanto el desfase δ entre la emisión por el nodo padre de su baliza y, la emisión por el nodo 10b secundario, debe ser estrictamente inferior a T y estrictamente superior a cero.

15 El nodo 10b secundario excluye por tanto de la lista de los desfases potenciales entre los que seleccionar su desfase, aquel que corresponde a su propio padre,

El nodo 10b secundario ya no debe emitir más la baliza 16 en el momento en el que unos nodos 10 que están a la escucha y en alcance de radio, en trance de seguir una emisión de baliza 16 de otro nodo porque la emisión de una baliza 16 se realiza sin CSMA/CA previa, y la señal recibida sería entonces una mezcla de dos balizas 16 (se considera que el alcance de radio es el mismo en emisión y en recepción).

20 Para evitar este tipo de conflicto, cada nodo 10 indica además en su baliza 16, el desfase con relación a su propia baliza, de la baliza emitida por su padre. De este modo, una vez que un nodo 10 ha efectuado su escucha inicial de las balizas 16 en la etapa 210, conoce, para todos los nodos 10 que están en su alcance, la lista de los desfases a evitar. El nodo 10b secundario excluye por tanto de la lista de los desfases potenciales, aquellos que corresponden a los padres de los nodos que se encuentran en su alcance de radio.

25 Una vez excluidos los desfases δ ya utilizados por los vecinos inmediatos y en el segundo orden (una consecuencia es que unas emisiones emitidas por un nodo hijo en la CAP de su padre, no se reciben más que por el padre), pueden permanecer muchos desfases δ libres posibles, y una elección razonable de estos desfases δ permite ascender los datos al nodo 10a principal lo más rápidamente posible.

30 Con el fin de evitar perturbar unos nodos que buscan unirse a la red y que estarían en el alcance de radio de dos nodos que emiten su baliza al mismo tiempo, los desfases que corresponden a los instantes de emisión de las balizas de los nodos en el alcance de radio del nodo secundario considerado se excluyen de la lista de los desfases potenciales.

35 Para evitar un consumo inútil (recepción de una señal de baliza inútil) y una pérdida de banda pasante (reducción de los momentos en una ventana CAP en la que los otros nodos pueden emitir), el desfase debe ser tal que la baliza emitida por el nodo secundario considerado esté fuera de las ventanas CAP de los nodos en su alcance de radio.

La longitud del desfase se elige igual a un factor entero de duración D igual a la suma de la duración de emisión de una baliza y la duración de una ventana CAP y la unidad elegida para medirla tiene por unidad esta duración D.

40 Con referencia a la figura 7, cada uno de los desfases se numera así entre 0 (que corresponde al instante de emisión por el nodo 10a principal de su baliza 16) y N, igual al valor entero del cociente de T por D. Los números indicados en la figura 7 corresponden a la referencia absoluta (decir que tienen por origen el desfase del nodo principal 10a).

En las balizas, los desfases pueden ser según los modos de realización indicados en absoluto. Un desfase del padre de un nodo indicado en la baliza del nodo puede en un modo de realización indicarse con una referencia relativa a dicho nodo (es decir que tenga por origen el desfase de dicho nodo).

45 Una vez excluidos los desfases indicados anteriormente, pueden permanecer muchos valores de desfase libres posibles. El nodo 10b secundario considerado elige en este caso el desfase mayor posible que sea inferior al desfase de la baliza de su padre.

Si no está disponible ningún desfase que verifique estas dos condiciones, se elige un desfase el mayor posible que sea superior al desfase de baliza de su padre.

50 Esta elección del valor del desfase permite una recogida más rápida de las informaciones por el nodo 10a principal.

La aplicación de la invención al caso descrito anteriormente permite por tanto recoger informaciones que permiten la localización de defectos térmicos en una instalación eléctrica mientras se minimiza la energía utilizada por cada uno

de los nodos 10 de telecomunicación y optimizando la velocidad de recogida de las informaciones por un nodo 10a principal.

Por supuesto, la invención puede utilizarse con unas finalidades de comunicación de datos distintas a los datos relativos a la temperatura y en unos contextos distintos a las canalizaciones eléctricas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de comunicación, sobre un canal (14) de radio en una red que incluye un nodo (10a) principal y una pluralidad de nodos (10b) secundarios de telecomunicaciones, **caracterizado porque** comprende las etapas (100, 200, 210, 220, 230) siguientes:

- 5 - recepción por un nodo (10b) secundario en el canal de radio (14) de mensajes de baliza (16) emitidos por unos nodos (10) de su vecindad de radio, indicando cada uno un número de enlaces de radio que separan el nodo (10a) principal de dicho nodo (10b) de la vecindad de radio que haya emitido el mensaje;
- selección en tanto que nodo padre por dicho nodo (10b) secundario, denominado nodo (10) hijo, del nodo (10) de la vecindad de radio que haya emitido el mensaje de baliza (16) que indica un número de enlaces mínimo;
- 10 - con el fin de transmitir una información (19) al nodo principal (10a), en emisión en el canal (14) de radio de dicha información (19) con destino en dicho (10) nodo padre así seleccionado, de dicha información (19); y

caracterizado porque con el fin de detectar la emisión a una primera frecuencia dada de mensajes de baliza (16) por unos nodos (10) en su vecindad de radio, y un periodo (T) tipo de longitud igual a un periodo inverso de la primera frecuencia que está recortado en varias porciones (P), al menos una porción (P₁) se escucha por dicho nodo (10b) secundario con al menos un periodo de desfase con relación a la escucha de otra porción (P₂), poniéndose en espera dicho nodo (10b) secundario al menos durante una parte del tiempo que separa las escuchas de las dos porciones.

2. Procedimiento de comunicación según la reivindicación 1, según el que, con el fin de transmitir una información (19) al nodo principal (10a), dicha información (19) se emite por dicho nodo (10b) secundario exclusivamente con destino en dicho nodo (10) padre.

3. Procedimiento de comunicación según la reivindicación 1 o 2, según el que dicho nodo (10b) secundario emite periódicamente un mensaje de baliza (16) en el canal (14) de radio indicando un número de enlaces de radio que le separan del nodo (10a) principal igual al número de enlaces de radio que separan al nodo (10a) principal de su nodo (10) padre más 1.

25 4. Procedimiento de comunicación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, para emitir en el canal (14) de radio dicha información con destino en dicho nodo padre, el nodo hijo detecta un mensaje de baliza (16) emitido periódicamente por su nodo padre que define el inicio de un intervalo temporal en el que es apto para recibir unas informaciones (19) del nodo hijo, el nodo (10) hijo transmite las informaciones (19) al nodo padre durante este periodo.

30 5. Procedimiento de comunicación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el nodo hijo emite un mensaje de baliza (16) periódicamente que define el inicio de un intervalo temporal en el que es apto para recibir unas informaciones (19) de un nodo (10) de su vecindad de radio.

35 6. Procedimiento de comunicación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se escucha una nueva porción (P₂) a partir de que dicho nodo (10b) secundario disponga de un nivel de alimentación suficiente para la escucha de dicha porción.

7. Procedimiento de comunicación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el tamaño de al menos una porción (P₁) es función del nivel actual de la alimentación de dicho nodo (10).

40 8. Procedimiento de comunicación según una de las reivindicaciones anteriores, implementado para la supervisión térmica de canalizaciones eléctricas, **caracterizado porque** los nodos (10) se localizan a la altura de uniones (2) de canalizaciones eléctricas, y comprenden además al menos un captador de temperatura, incluyendo las informaciones (19) unos datos que indican al menos unas temperaturas medidas por dichos captadores.

9. Estación (10) emisora y receptora, para formar un nodo adecuado para emitir y recibir en un canal (14) de radio de comunicación, perteneciendo el nodo (10) a una red que incluye un nodo (10a) principal y una pluralidad de nodos (10b) secundarios de telecomunicaciones, comprendiendo dicha estación (9):

- 45 - unos medios de recepción en el canal de radio (14) de mensajes de baliza (16) respectivos emitidos por unos nodos (10) de su vecindad de radio, indicando cada uno un número de enlaces de radio que separan el nodo (10a) principal de dicho nodo (10) de la vecindad de radio que haya emitido el mensaje;
- unos medios de selección en tanto que nodo padre de dicho nodo (10) formado por la estación, denominado nodo hijo, del nodo (10) de la vecindad de radio que ha emitido el mensaje de baliza (16) que indica un número de enlaces mínimo;
- 50 - unos medios para, con el fin de transmitir una información (19) al nodo principal (10a), emitir en el canal (14) de radio, dicha información (19) con destino en dicho nodo padre así seleccionado;

estando dicha estación **caracterizada porque** comprende, con el fin de detectar la emisión a una primera frecuencia dada de los mensajes de baliza (16) por unos nodos (10) en su vecindad de radio, y un periodo típico de longitud igual a un periodo igual a la inversa de la primera frecuencia que está recortado en varias porciones, unos medios de

55

escucha de al menos una porción (P_1) por dicho nodo (10b) secundario con al menos un periodo de desfase con relación a la escucha de otra porción (P_2), poniéndose en espera dicho nodo (10b) secundario al menos durante una parte del tiempo que separa las escuchas de las dos porciones.

- 5 10. Estación (10) emisora y receptora según la reivindicación 9, **caracterizada porque** comprende, con el fin de transmitir una información (19) al nodo principal (10a), unos medios de emisión de dicha información (19), por dicho nodo secundario (10b), exclusivamente con destino en dicho nodo (10) padre.
- 10 11. Estación (10) emisora y receptora según una de las reivindicaciones 9 o 10, **caracterizada porque** comprende unos medios de emisión periódica de un mensaje de baliza (16) en el canal de radio (14), que indican un número de enlaces de radio que le separan del nodo (10a) principal igual al número de enlaces de radio que separan al nodo (10a) principal de su nodo padre más 1.
- 15 12. Estación (10) emisora y receptora según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizada porque** comprende, para emitir en el canal (14) de radio dicha información (19) con destino en dicho nodo padre, unos medios de detección de un mensaje de baliza (16) emitido periódicamente por su nodo (10) padre, que definen el inicio de un intervalo temporal en el que es apto para recibir unas informaciones (19) de la estación (9), transmitiendo la estación las informaciones (19) al nodo padre durante este intervalo.
- 20 13. Estación (10) emisora y receptora según una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizada porque** comprende unos medios de emisión de un mensaje de baliza (16) periódico que define el inicio de un intervalo temporal en el que es apto para recibir unas informaciones (19) de un nodo (10) de su vecindad de radio.
- 25 14. Estación (10) emisora y receptora según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizada porque** comprende unos medios de escucha de una nueva porción (P_2) a partir de que dispone de un nivel de alimentación suficiente para la escucha de dicha porción.
- 30 15. Estación (10) emisora y receptora según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizada porque** el tamaño de al menos una porción (P_1) es función del nivel actual de la alimentación de la estación (10).
- 35 16. Estación (10) emisora y receptora según una de las reivindicaciones 9 a 15, **caracterizada porque** las informaciones (19) transmitidas por el nodo (10) padre comprende una dirección de identificación del nodo hijo en la red.
17. Estación (10) emisora y receptora según una de las reivindicaciones 9 a 16, para la supervisión térmica de canalizaciones eléctricas, **caracterizada porque** se localiza a la altura de una unión (2) de canalización eléctrica, y comprende además al menos un captador (94) de temperatura, incluyendo las informaciones (19) unos datos que indican al menos unas temperaturas medidas por dichos captadores.
18. Programa informático (PROG), a instalar en una estación (10) emisora y receptora para formar un nodo adecuado para emitir en un canal (14) de radio, perteneciendo el nodo a una red que incluye un nodo (10a) principal y una pluralidad de nodos (10b) secundarios de telecomunicaciones, comprendiendo dicho programa (PROG) unas instrucciones para implementar, durante una ejecución del programa por unos medios de tratamiento de dicha estación emisora y receptora, las etapas de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8.

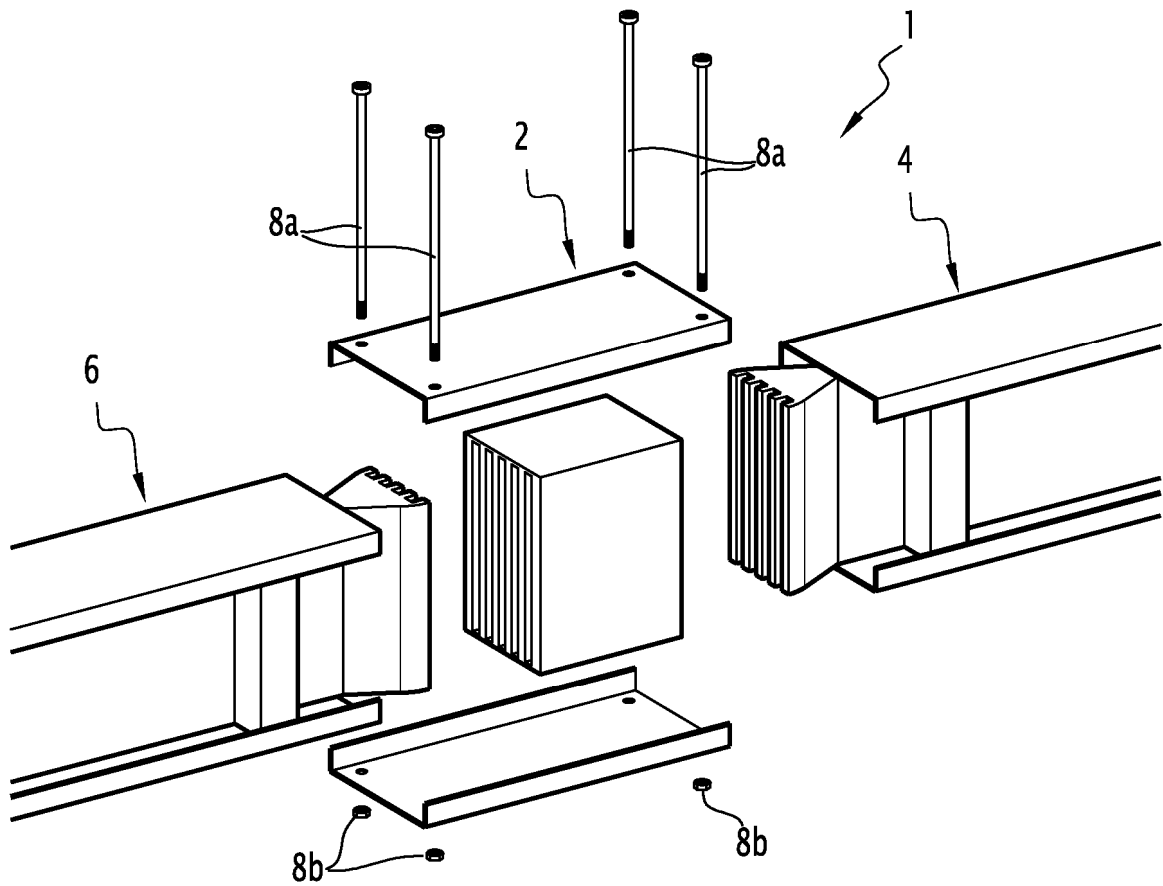


FIG.1

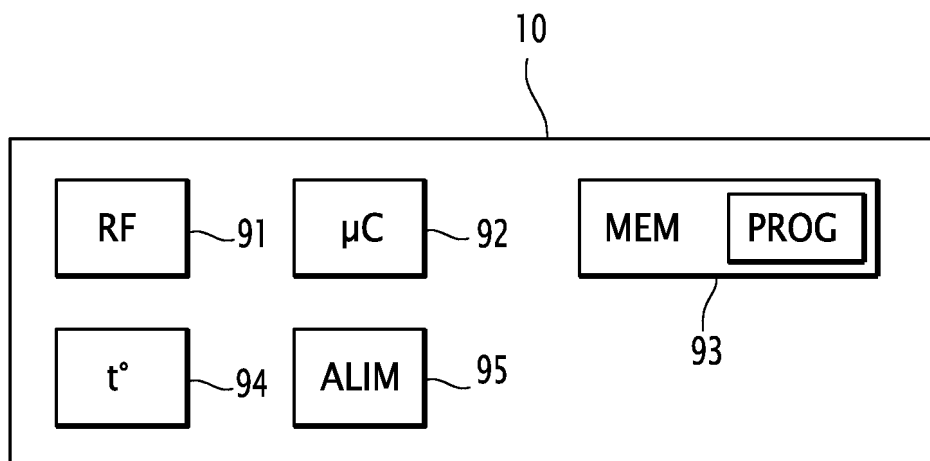


FIG.2

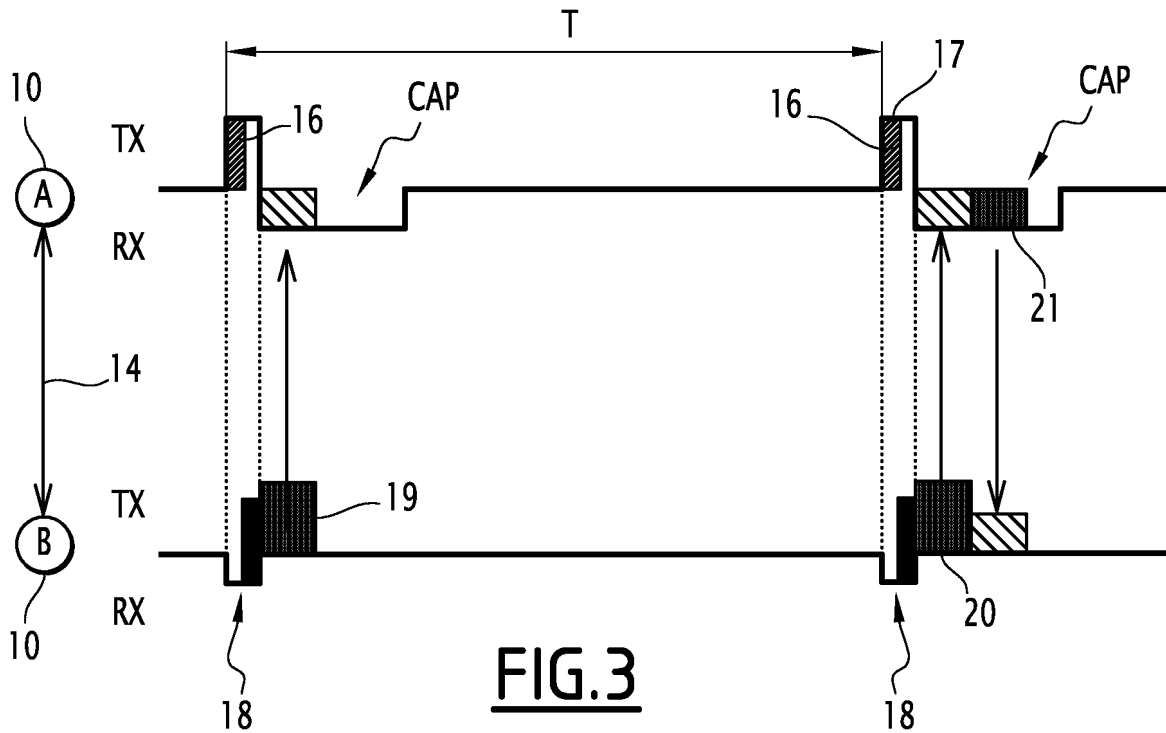


FIG.3

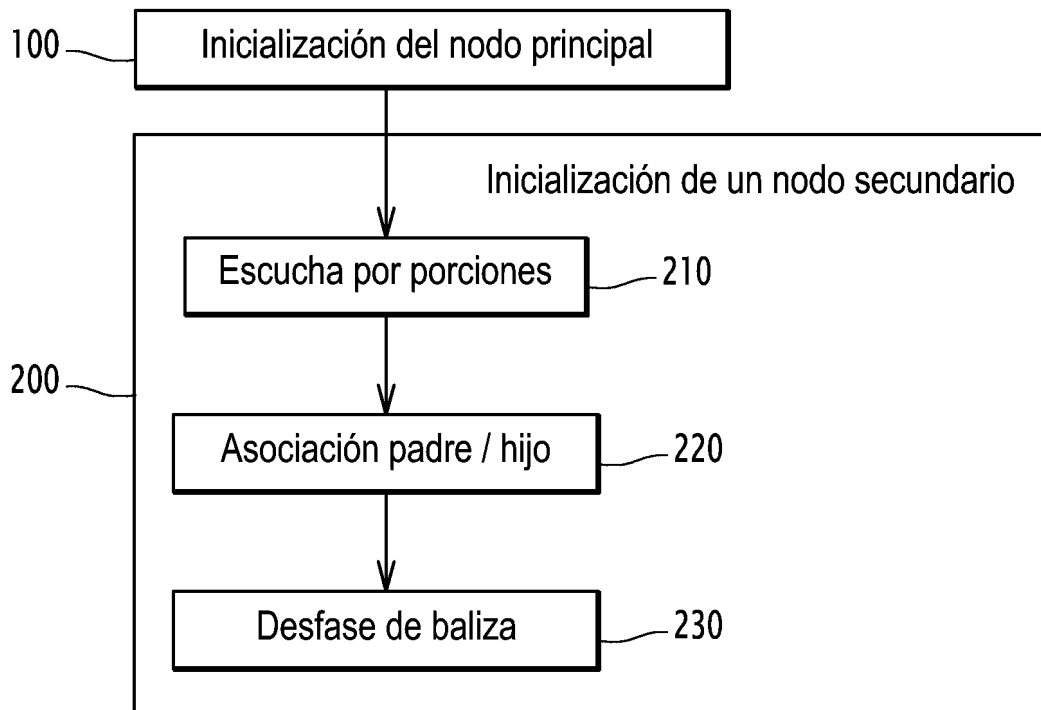


FIG.4

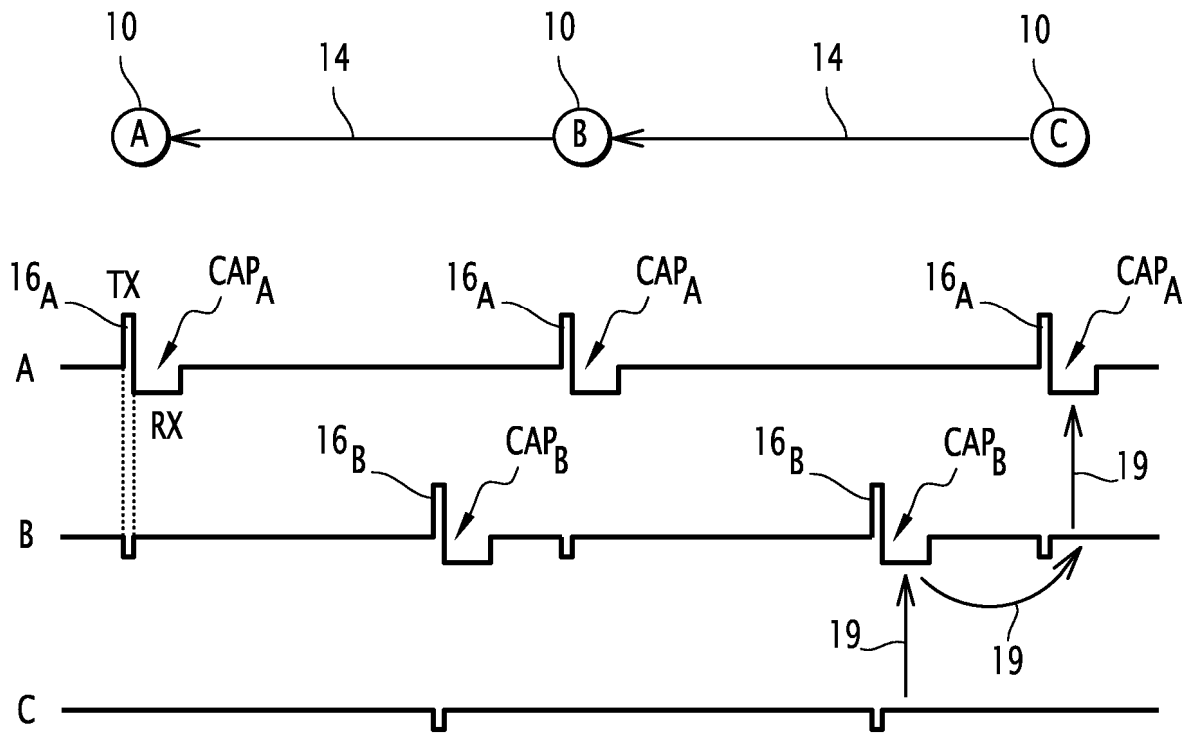


FIG. 5

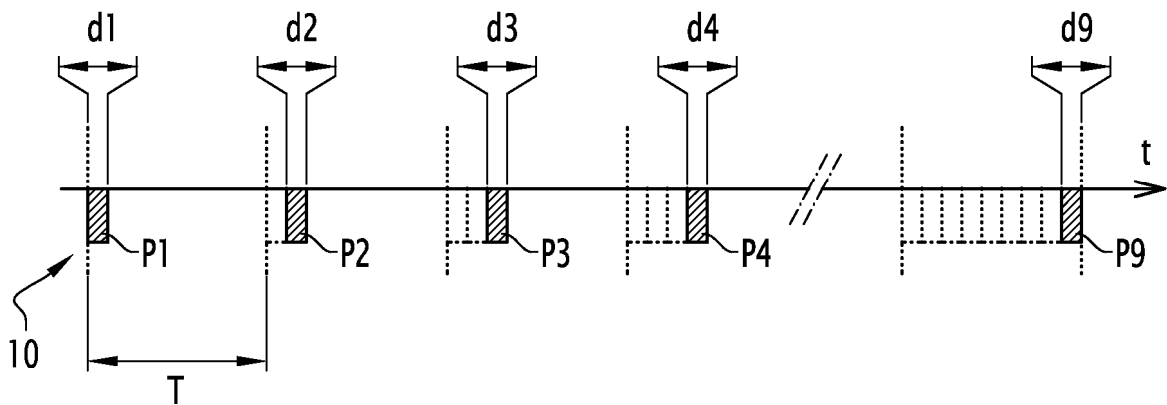


FIG. 6

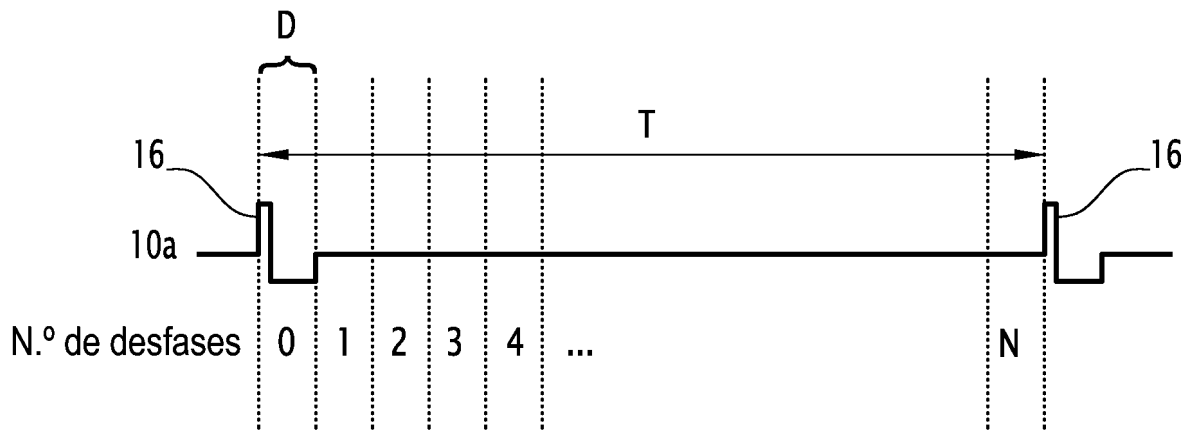


FIG.7