

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 926**

51 Int. Cl.:

H04W 84/12 (2009.01)

H04W 52/02 (2009.01)

H04W 88/06 (2009.01)

H04W 84/20 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2020** **E 20202377 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2022** **EP 3809796**

54 Título: **Procedimiento de puesta en espera y procedimiento de reactivación de al menos una parte de una red de comunicación inalámbrica, y nodo de recogida de dicha red**

30 Prioridad:

18.10.2019 FR 1911655

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

30.05.2022

73 Titular/es:

**SAGEMCOM BROADBAND SAS (100.0%)
250, route de l'Empereur
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**GRAUL, ALEXIS;
RABY, FLORENT y
ZAOUIA, FARID**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 912 926 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 puesta en espera y procedimiento de reactivación de al menos una parte de una red de comunicación inalámbrica, y nodo de recogida de dicha red

Sector técnico

- 5 Al menos una realización se refiere al sector de las redes de comunicación inalámbrica de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE («Institute of Electrical and Electronics Engineers», en inglés), es decir, el de las redes de comunicación inalámbrica, comúnmente denominadas redes «Wi-Fi». Al menos una realización se refiere, más concretamente, a un procedimiento de puesta en espera y a un procedimiento de reactivación de al menos una parte de dicha red.

10 Estado de la técnica anterior

- Una red de comunicación inalámbrica (en lo sucesivo, «red») de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE comprende, habitualmente, una pluralidad de nodos. Cada nodo es un dispositivo electrónico que comprende al menos un módulo de radiofrecuencia, que permite el establecimiento de comunicaciones de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, es decir, de acuerdo con uno de los estándares de Wi-Fi. Habitualmente, una red de este tipo comprende un dispositivo electrónico, comúnmente denominado punto de acceso («Access Point» en inglés, o «AP») y una pluralidad de dispositivos electrónicos, denominados de usuario (o de cliente), que pueden establecer conexiones inalámbricas con el punto de acceso y/o entre ellos. En un entorno residencial, el dispositivo electrónico, punto de acceso, es habitualmente una «caja» facilitada por un operador de Internet, es decir una puerta de enlace doméstica («home gateway», o «residential gateway», en inglés). Los dispositivos electrónicos de usuario son habitualmente ordenadores, televisores, tabletas, o los denominados teléfonos «inteligentes» («smartphone», en inglés). Por lo tanto, comúnmente se dice que los dispositivos electrónicos de usuario están asociados «mediante Wi-Fi» con el punto de acceso.

- La arquitectura de una red de Wi-Fi también puede ser distribuida, por ejemplo, para ampliar el alcance de la red o aumentar su rendimiento, utilizando una pluralidad de puntos de acceso. La arquitectura de una red de Wi-Fi distribuida es diferente de la arquitectura anterior descrita brevemente. Una red de Wi-Fi distribuida comprende al menos dos redes:

- una red denominada de recogida o de infraestructura («backhaul» en inglés), que permite conectar los puntos de acceso entre sí y constituir una infraestructura de red según una arquitectura de red de tipo mixto, en estrella y/o en cadena, esta red de recogida puede ser inalámbrica (por ejemplo, de Wi-Fi), por cable (por ejemplo, de Ethernet) o una combinación de ambas,

- una red de Wi-Fi, denominada de usuario (o cliente) («fronthaul», en inglés), que permite la conexión de nodos (o dispositivos electrónicos) denominados de usuario (o de cliente) a la red de Wi-Fi distribuida.

- En la red de infraestructura, se crea una jerarquía principal-secundario entre dos dispositivos de Wi-Fi conectados. Uno de los dispositivos de Wi-Fi se convierte en principal del otro dispositivo de Wi-Fi, y el otro dispositivo de Wi-Fi se convierte en secundario del dispositivo de Wi-Fi principal. El dispositivo de Wi-Fi principal realiza una función de punto de acceso para el dispositivo de Wi-Fi secundario. El dispositivo de Wi-Fi secundario realiza una función de estación para el dispositivo de Wi-Fi principal.

- La **Fig. 1** ilustra de manera muy esquemática una red distribuida 100 de Wi-Fi de este tipo. La red distribuida 100 comprende una puerta de enlace 110 (o «gateway» en inglés) y una pluralidad de nodos o dispositivos electrónicos B1 101, B2 102, B3 103, B4 104, C1 105 y C2 106. La puerta de enlace 110 permite una interconexión de la red 100 con una red 120, por ejemplo, la red de Internet. En este ejemplo, los nodos B1, B2, B3 y B4 son los denominados nodos de recogida. Estos nodos B1, B2, B3 y B4 constituyen la infraestructura de recogida («backhaul») de la red 100. Los nodos C1 y C2 son dos nodos de usuario conectados a nodos de recogida (respectivamente, los nodos B3 y B4). Los nodos de recogida B1, B2, B3 y B4 gestionan dos redes de Wi-Fi:

- una primera red de Wi-Fi, dedicada a la recogida, permite asociar cada nodo de recogida con la red distribuida 100, posiblemente en forma de malla,

- una segunda red de Wi-Fi está dedicada a la asociación de nodos de usuario, de manera similar a una red de Wi-Fi no distribuida.

Por lo tanto, cada nodo B1, B2, B3 y B4 de la infraestructura comprende una pluralidad de interfaces de radio:

- una interfaz de radio denominada «AP-B» (por «Access Point Backhaul» en inglés) correspondiente a una interfaz de punto de acceso de la red de Wi-Fi dedicada a la recogida,
- una interfaz de radio «ST-B» (por «Station Backhaul» en inglés) correspondiente a una interfaz de usuario (o de cliente) de la red de Wi-Fi dedicada a la recogida,

- una interfaz de radio «AP-F» (por «Access Point Fronthaul», en inglés) correspondiente a una interfaz de punto de acceso de la red de Wi-Fi dedicada a la asociación de nodos de usuario de la red distribuida 100.

En el ejemplo ilustrado en la Fig. 1, el nodo B1 101 está conectado por cable a la puerta de enlace GW 110, por ejemplo, a través de una conexión de Ethernet. Según una realización, la conexión entre la puerta de enlace GW 110 y el nodo B1 101 se puede realizar mediante una conexión de Wi-Fi. Según una realización complementaria, la puerta de enlace GW 110 y el nodo B1 101 son un mismo dispositivo electrónico, comprendiendo dicho dispositivo electrónico las funcionalidades de la puerta de enlace GW 110 y del nodo B1 101.

Por lo tanto, cada nodo de recogida B1, B2, B3 o B4 puede, posiblemente, establecer una conexión con otro nodo de recogida para constituir la infraestructura de recogida de la red distribuida 100. De manera más precisa, un nodo de recogida puede, a través de su interfaz de radio «ST-B» establecer una conexión a una interfaz de radio «AP-B» de otro nodo de recogida, para formar una cadena de nodos de recogida. Algunos nodos de recogida se pueden conectar a través de un enlace cableado, por ejemplo, del tipo de Ethernet. Una interfaz de radio AP-B, punto de acceso de la red de Wi-Fi dedicada a la recogida, establece una red de Wi-Fi asociada a un identificador de red SSID («Service Set Identifier» en inglés) correspondiente a la red de recogida. Por lo tanto, un nodo de recogida debe conocer este SSID para establecer una conexión de Wi-Fi hacia otro nodo de recogida.

Un nodo de recogida es adecuado para retransmitir el tráfico (es decir, datos, intercambiados en mensajes) recibido a través de sus interfaces de radio de «punto de acceso» de usuario «AP-F» y de recogida «AP-B», hacia su interfaz de radio de usuario para enviar el tráfico recibido a un nodo central de la red distribuida, en este caso, el nodo B1 101. De manera similar, un nodo de recogida está adaptado para redistribuir el tráfico recibido a través de su interfaz de radio de «usuario» de recogida «ST-B» a una y/o otra de sus interfaces de radio «punto de acceso» de usuario y «AP-F» y/o interfaces de radio de colección de usuarios «AP-B». En otras palabras, en el ejemplo ilustrado en la Fig. 1, el nodo de recogida B3 103 es adecuado para:

- recibir tráfico recogido por el nodo B4 104 a través de su interfaz de radio AP-B,

- recibir tráfico de nodos de usuario conectados, por ejemplo, el nodo de usuario C1 105, a través de su interfaz AP-F,

- retransmitir dicho tráfico recibido al nodo de recogida B1 101 a través de su interfaz de radio de usuario de recogida ST-B, y,

- a la inversa, redirigir el tráfico recibido a través de su interfaz de radio de usuario de recogida ST-B hacia el nodo B4 104 a través de su interfaz AP-B y/o hacia el nodo de recogida B1 101 a través de su interfaz de radio de usuario de recogida ST-B.

Por lo tanto, los nodos de la red de recogida se comunican entre sí mediante enlaces lógicos, por ejemplo, comunicaciones de IP o túneles encriptados o comunicaciones según un protocolo de comunicación de propiedad exclusiva.

Dicha red difunde muchas señales electromagnéticas y también consume mucha energía. Por lo tanto, es conocido poner en espera la totalidad o una parte de la red. También es conocido poder reactivar la red o la parte de la red puesta en espera.

Por lo tanto, la solicitud de patente US20100195551 describe un procedimiento para poner en espera («Mesh», en inglés) una red de comunicación inalámbrica, en la que un nodo principal envía directamente, o a través de repetidores, a los nodos secundarios una orden de puesta en espera (o en suspensión). Este procedimiento está asociado a la implementación en cada nodo secundario de una función de recepción intermitente que permite recibir una orden de reactivación (o de activación) proveniente directa o indirectamente del nodo principal.

El documento US 2017/0367040 describe un procedimiento de transmisión en el que un dispositivo principal informa a un dispositivo secundario de su paso a un modo de espera, para que este último deje de transmitirle tramas.

El documento US2013/0078912 describe un procedimiento de transmisión de datos desde un sensor tal como un sensor de glucosa.

Sin embargo, los procedimientos descritos no son compatibles con el protocolo de CSMA-CA utilizado por los estándares 802.11. En efecto, este protocolo no permite conocer los instantes reales de emisión de las tramas. Por otra parte, los procedimientos descritos no permiten poner en espera ni reactivar la red desde ningún nodo de la red. Por lo tanto, es necesario proponer procedimientos que permitan paliar estos inconvenientes.

Exposición de la invención

Según una realización particular, se describe un procedimiento para reactivar una parte de una red de comunicaciones inalámbricas, según uno de los estándares 802.11 del IEEE. Este procedimiento comprende una pluralidad de nodos de recogida organizados según una jerarquía principal/secundario, comprendiendo al menos un nodo de recogida de dicha red de comunicación, denominado nodo actual, una interfaz de radiofrecuencia de punto de acceso de(AP-B) y

una interfaz (ST-B) de radiofrecuencia de usuario de una red inalámbrica denominada red de recogida asociada a la red de comunicación, estando desactivadas en emisión dichas interfaces de radiofrecuencia de punto de acceso y de usuario de dicha red de recogida. El procedimiento es ejecutado por dicho nodo actual, y comprende:

5 - recibir (S705) una primera trama de baliza emitida por otro nodo de dicha red de comunicaciones, comprendiendo dicha primera trama de baliza información de estado que indica la reactivación en curso;

a) almacenar en memoria (S740) un estado interno de dicho nodo actual para indicar que dicho nodo se está reactivando;

b) reactivar (S620, S750) para dicho nodo actual todas sus interfaces de radiofrecuencia de punto de acceso y de usuario de la red de recogida;

10 c) difundir (S630, S760) una segunda trama de baliza, que comprende información de estado que indica una reactivación en curso para retransmitir la información de estado que indica que una reactivación está en curso; y

d) emparejamiento (S640, S770) con un nodo principal y, en el caso de que dicho nodo actual tenga nodos secundarios, esperar a que dichos nodos secundarios se emparejen con él, verificar que el estado interno de cada uno de dichos nodos secundarios indica que dicho nodo secundario se reactiva y, en caso de que se reactiven dichos nodos secundarios, actualizar el estado interno de dicho nodo actual para indicar que se reactiva dicho nodo actual y, en caso de que dicho nodo actual no tenga nodo secundario, actualizar el estado interno de dicho nodo actual para indicar que dicho nodo actual está reactivado.

20 Según una realización particular, el nodo actual comprende, además, una interfaz de radiofrecuencia de punto de acceso de una red inalámbrica denominada red de usuario, asociada a la red de comunicación, que se encuentra desactivada en emisión y en recepción, comprendiendo el procedimiento, después de la etapa b), una etapa de reactivación de dicha interfaz de radiofrecuencia de punto de acceso de dicha red de usuarios en emisión y en recepción.

25 Según una realización particular, dicha primera trama de baliza comprende, además, una información de marca de tiempo correspondiente a la fecha en que se activó dicha reactivación, realizándose dichas etapas a) a d) únicamente en el caso de que un valor de dicha información de marca de tiempo recibida sea mayor que un valor de una información de marca de tiempo actual asociada con dicho nodo actual.

Según una realización particular, la etapa a) comprende, además, el almacenamiento en memoria de la información de marca de tiempo recibida, en lugar del valor de la información de marca de tiempo actual.

30 Según una realización particular, dicha segunda trama de baliza comprende, además, la información de marca de tiempo recibida.

35 Según una realización particular, comprendiendo, además, dicha primera trama de baliza una clave de identificación de dicha red, dichas etapas a) a d) se llevan a cabo únicamente en el caso de que dicha clave de identificación de dicha red de dicha trama de baliza sea idéntica a una clave de identificación almacenada en la memoria de dicho nodo actual. Según una realización particular, dicha reactivación ha sido activada mediante la pulsación de un botón de dicho nodo principal.

Según una realización particular, estando reactivada dicha red, el procedimiento comprende, para un nodo de dicha red denominado nodo de recepción:

1) Recibir un mensaje de un nodo de la red, denominado nodo solicitante, que comprende una solicitud de puesta en espera; y

40 si dicho nodo de recepción es un nodo que no tiene ningún nodo adyacente distinto de dicho nodo solicitante:

2) enviar un mensaje a dicho nodo solicitante, indicando que acepta la solicitud de puesta en espera;

3) recibir un mensaje que comprende una orden de puesta en espera;

4) enviar un mensaje a dicho nodo solicitante, acusando recibo de la orden de puesta en espera;

45 5) ponerse en espera almacenando en memoria información de conexión y desactivando en emisión sus interfaces de radiofrecuencia de punto de acceso y/o de usuario de dicha red de recogida;

de lo contrario:

- enviar un mensaje a dicho nodo solicitante indicando que rechaza la solicitud de puesta en espera y una indicación de que es un nodo intermedio;

- repetir las etapas 1) a 5) de manera recursiva para cada uno de los nodos adyacentes de dicho nodo de recepción distinto de dicho nodo solicitante, actuando dicho nodo de recepción como el nuevo nodo solicitante, hasta que todos los nodos adyacentes de dicho nodo de recepción sean puestos en espera;
- enviar un mensaje a dicho nodo solicitante, que comprende una solicitud de autorización de puesta en espera;
- 5 - recibir un mensaje que comprende una orden de puesta en espera;
- enviar un mensaje a dicho nodo solicitante acusando recibo de la orden de puesta en espera;
- ponerse en espera almacenando en memoria la información de conexión y desactivando en emisión sus interfaces de radiofrecuencia de punto de acceso y/o de usuario de dicha red de recogida.
- 10 Según una realización particular, la puesta en espera comprende, además, la desactivación en emisión y en recepción de su interfaz de radiofrecuencia de punto de acceso de la red del usuario.
- Según una realización particular, el mensaje que comprende la solicitud de puesta en espera incluye información que indica que se trata de una solicitud de puesta en espera y un identificador del nodo solicitante.
- Según una realización particular, el mensaje que comprende la solicitud de puesta en espera comprende, además, una clave de identificación específica de dicha red.
- 15 Según una realización particular, el mensaje que comprende la orden de puesta en espera incluye información que indica que se trata de una orden de puesta en espera y un identificador del nodo que envía el mensaje.
- Según una realización particular, el mensaje que comprende la orden de puesta en espera comprende, además, un valor de tiempo que define un momento en el que dicho nodo de recepción debe ponerse en espera.
- 20 Según una realización particular, el mensaje que comprende la orden de puesta en espera comprende, además, la clave de identificación específica de dicha red de dicha solicitud de puesta en espera.
- Según una realización particular, el mensaje que comprende la orden de puesta en espera comprende, además, un identificador de un canal en el que se deben reactivar las interfaces radio de dicho nodo de recepción.
- Según una realización particular, el mensaje que comprende la solicitud de autorización de puesta en espera incluye información que indica que se trata de una solicitud de autorización de puesta en espera y un identificador del nodo que envía dicho mensaje.
- 25 Según una realización particular, se describe un nodo de recogida de una red de comunicación inalámbrica de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE. El nodo de recogida comprende una interfaz de radiofrecuencia de punto de acceso y/o de usuario de una denominada red inalámbrica de recogida asociada a la red de comunicación, que están desactivadas en emisión. El nodo de recogida está configurado para ejecutar las etapas del procedimiento descrito anteriormente según cualquiera de las realizaciones.
- 30 Según una realización particular, se describe un programa informático. El programa informático comprende instrucciones para implementar, por parte de un procesador de un nodo de recogida de una red de comunicación inalámbrica distribuida que comprende una pluralidad de nodos de recogida, el procedimiento descrito anteriormente según cualquiera de las realizaciones, cuando el programa informático es ejecutado por el procesador.
- 35 Según una realización particular, se describe un medio de grabación. El medio de grabación puede ser leído por un nodo de gestión de una red de comunicación inalámbrica distribuida, en la que está almacenado el programa informático descrito anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

- 40 Las características mencionadas anteriormente, así como otras, aparecerán con mayor claridad al leer la siguiente descripción de un ejemplo de realización, realizándose dicha descripción en relación con los dibujos adjuntos, entre los cuales:
- La [Fig. 1] ilustra esquemáticamente la arquitectura de una red de comunicación inalámbrica distribuida que comprende una pluralidad de nodos, por ejemplo, de acuerdo con un estándar 802.11 del IEEE;
- 45 La [Fig. 2] ilustra esquemáticamente un procedimiento para poner en espera una red de comunicación inalámbrica distribuida, de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, según una realización particular;
- La [Fig. 3] representa un nodo A solicitante y nodos B, C y D de recepción de una solicitud de puesta en espera;
- La [Fig. 4] ilustra esquemáticamente un procedimiento para poner en espera una red de comunicación inalámbrica distribuida, de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, según otra realización particular;

La [Fig. 5] representa un nodo solicitante A y nodos de recepción B, C y D de una solicitud de puesta en espera, siendo dicho nodo B un nodo intermedio;

La [Fig. 6] ilustra esquemáticamente un procedimiento para reactivar una red de comunicación inalámbrica distribuida, de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, según una realización particular;

- 5 La [Fig. 7] ilustra esquemáticamente un procedimiento para reactivar una red de comunicación inalámbrica distribuida, de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, según otra realización particular; y,

La [Fig. 8] ilustra esquemáticamente la arquitectura de hardware de un nodo de recogida de una red de comunicación inalámbrica distribuida, siendo adecuado el nodo de recogida para ejecutar la totalidad o una parte de las etapas de los procedimientos ilustrados en la Fig. 2, la Fig. 4, la Fig. 6 o en la Fig. 7.

10 Descripción detallada de realizaciones

Al menos una realización permite poner en espera una red de comunicación inalámbrica distribuida, de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, o una parte de dicha red. Esta puesta en espera puede ser activada, por ejemplo, por un usuario, desde cualquier nodo de la red.

- 15 Al menos una realización permite reactivar una red de comunicación inalámbrica distribuida, de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE (respectivamente una parte de dicha red) que ha sido puesta en espera previamente. Esta reactivación puede ser activada, por ejemplo, por un usuario, desde cualquier nodo de la red.

- 20 Las figuras 2 y 4 ilustran esquemáticamente un procedimiento para poner en espera una red de comunicación inalámbrica distribuida, de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, por ejemplo, la red 100, o una parte de esta red. En el resto del documento, se considera que un nodo es un «nodo solicitante» si realiza una solicitud de puesta en espera a otro nodo. Se considera que un nodo es un «nodo de recepción» si recibe una solicitud de puesta en espera proveniente de un nodo solicitante.

En las figuras 2 y 4, las etapas implementados en un nodo solicitante se identifican con la letra S y las etapas implementadas en un nodo de recepción se identifican con la letra E.

- 25 La **Fig. 2** ilustra más concretamente el procedimiento de puesta en espera en el caso en que el nodo que recibe la solicitud de puesta en espera sea un nodo que no tiene otros nodos adyacentes distintos del nodo solicitante. Este es el caso de los nodos B, C o D de la **Fig. 3**. En esta figura, el nodo A es el nodo solicitante. El procedimiento se describe con el nodo A como nodo solicitante y el nodo B como nodo de recepción. En el caso de una pluralidad de nodos contiguos, el procedimiento descrito se implementa con cada uno de los nodos contiguos del nodo solicitante, en este caso los nodos B, C y D de la Fig. 3.

- 30 Durante el procedimiento de puesta en espera, el nodo solicitante A almacena en memoria información representativa del estado del procedimiento de puesta en espera relativo al nodo de recepción de entre los siguientes estados:

- Listo: estado predeterminado, el nodo está encendido y listo para interactuar en el caso del procedimiento de puesta en espera;
- 35 - Interrogado: se ha enviado la solicitud de puesta en espera, por lo tanto, se ha interrogado al nodo de recepción y el nodo solicitante está esperando una respuesta;
- Aceptado: la solicitud de puesta en espera ha sido aceptada por el nodo de recepción;
- Denegado: el nodo de recepción denegó la solicitud de puesta en espera;
- Pendiente: el nodo de recepción debe devolver una respuesta al nodo solicitante;
- Cancelado: el procedimiento de puesta en espera es cancelado; y
- 40 - En espera: el nodo de recepción está en espera.

- 45 Durante una etapa S200, el nodo solicitante A de la red de comunicaciones inalámbricas detecta una activación por parte de un usuario de poner la red en modo de espera. El nodo solicitante A puede ser cualquier nodo de la red de comunicación inalámbrica. Un usuario puede activar el modo de espera pulsando un botón físico del nodo A solicitante. Según una variante, un usuario activa el modo de espera a través de una interfaz de usuario adjunta al nodo solicitante. El nodo solicitante iniciará el proceso de puesta en espera. Durante una etapa S210, el nodo solicitante envía en modo de punto a punto («unicast», en inglés) a un nodo B adyacente, considerado, por lo tanto, como el nodo de recepción, un mensaje M1, que comprende una solicitud de puesta en espera. También cambia el estado del procedimiento de puesta en espera con respecto al nodo de recepción, a «interrogado». Los nodos adyacentes son los nodos de la red de recogida adyacentes al nodo solicitante, es decir, accesibles desde el nodo solicitante en un solo salto. El mensaje es transmitido, por ejemplo, mediante un bus de comunicación a través de un enlace por cable o bien un enlace inalámbrico (por ejemplo, de Wi-Fi o Bluetooth).
- 50

El mensaje M1 comprende:

- una información utilizada para definir la categoría del mensaje (en este caso, una solicitud de puesta en espera). Esta información puede ser un identificador numérico, que permite definir la categoría del mensaje entre un conjunto de categorías de mensajes;

5 - un identificador del nodo A que envía el mensaje (identificador dentro de la topología, por ejemplo, su dirección de MAC);

- opcionalmente, una clave de identificación de red que permite identificar a ésta. Esta clave es generada, por ejemplo, aleatoriamente, por el nodo que inició el modo de espera de la red, es decir, el nodo desde el que se activó el modo de espera. Esto permite inmunizar a la red contra una reactivación maliciosa. Opcionalmente, la clave podría ser utilizada para cifrar los mensajes intercambiados; y

10 - opcionalmente, una lista de los identificadores de los nodos por los que ha transitado la solicitud. Esta lista permite conocer la topología de la red desde el nodo en el origen de la solicitud de puesta en espera inicial. De hecho, la puesta en espera se propaga recursivamente desde un nodo en el origen de la solicitud inicial hasta los extremos de las ramificaciones. Durante una etapa E200, el nodo de recepción B recibe el mensaje M1, que comprende la solicitud de puesta en espera de la red. Al recibir la solicitud de puesta en espera, el nodo de recepción B puede aceptar o rechazar la solicitud y, en su caso, indicar el motivo de la negativa. En la Fig. 2, el nodo de recepción B acepta la solicitud de puesta en espera.

20 Durante una etapa E210, el nodo de recepción B envía, por lo tanto, un mensaje M2 al nodo solicitante A identificado en el mensaje M1, indicando dicho mensaje que el nodo de recepción acepta la solicitud de puesta en espera. El mensaje M2 incluye:

- una información utilizada para definir la categoría del mensaje (en este caso, respuesta a una solicitud de puesta en espera). Esta información puede ser un identificador numérico que permite definir la categoría del mensaje entre un conjunto de categorías de mensajes;

25 - un identificador del nodo B que envía el mensaje (identificador dentro de la topología, por ejemplo, su dirección de MAC);

- una respuesta al mensaje M1: aceptación de la solicitud de puesta en espera; y

30 - opcionalmente, una lista de sus nodos adyacentes. Esta información permite al nodo A tener una visión de los nodos adyacentes al nodo B. Esta información permite, en particular, completar la visión topológica del sistema, y proporcionar al nodo A una predicción de la propagación hacia abajo a través del conocimiento de los nodos adyacentes al nodo B.

Durante una etapa S220, el nodo solicitante A recibe la respuesta, es decir, el mensaje M2, enviada por el nodo de recepción B. En el caso de una pluralidad de nodos adyacentes, se reciben mensajes de todos sus nodos adyacentes. Al recibir una respuesta (mensaje M2) y si la solicitud es aceptada, el nodo solicitante A cambiará el estado del proceso asociado con el nodo de recepción a «aceptado», y enviará una orden de puesta en espera.

35 Una vez aceptada la solicitud, el nodo solicitante A envía, durante una etapa S230, al nodo de recepción B un mensaje M3 que comprende una orden de puesta en espera.

El mensaje M3 comprende:

40 - una información utilizada para definir la categoría del mensaje (en este caso, una orden de puesta en espera). Esta información puede ser un identificador numérico que permite definir la categoría del mensaje entre un conjunto de categorías de mensajes;

- un identificador del nodo que envía el mensaje (identificador dentro de la topología, la dirección de MAC);

- opcionalmente, un valor de tiempo, para definir cuándo deben ser puestos en espera los nodos. Si el valor es cero, el modo de espera es inmediato. Si este valor no está presente en el mensaje M3, se supone que tiene un valor definido por defecto, por ejemplo, un valor nulo;

45 - opcionalmente, información que identifica un canal denominado de «reactivación», que será utilizado por todos los nodos para detectar en él una actividad que provoque una reactivación/activación del sistema. Este canal puede ser el canal actual utilizado antes del modo de espera o puede ser diferente. Sin embargo, si el canal actual es un canal de DFS, el nodo que inicia la solicitud de puesta en espera debe elegir uno que no sea de DFS. Se puede seleccionar el canal menos ocupado antes del modo de espera, o tomar un canal predeterminado;

50 - opcionalmente, la clave de identificación de la red definida en el mensaje M1 si está presente; y

- opcionalmente, la lista de identificadores de los nodos por los que transitó la solicitud.

Durante una etapa E220, el nodo de recepción B recibe el mensaje M3 que comprende la orden de puesta en espera, y envía a cambio un mensaje de confirmación de la orden de puesta en espera.

Durante una etapa E230, el nodo de recepción B se pone en modo de espera.

Si el valor de tiempo definido en el mensaje M3 que comprende la orden de puesta en espera es igual a cero, el nodo pasa al modo de espera de manera inmediata. De lo contrario, lo hace de manera diferida. Por lo tanto, si el valor de tiempo definido en M3 es una duración, el nodo se pone en modo de espera después de que haya transcurrido el tiempo indicado en M3. Cuando el nodo de recepción B entra en modo de espera, realiza las siguientes acciones:

- guarda la información de conexión (BSSID, SSID, contraseña) para que se pueda volver a conectar a la red y mantener la misma topología que antes de la puesta en modo de espera. Opcionalmente, guarda la clave de identificación de la red y los datos que permiten identificar el canal, por ejemplo, un número de canal que identifica una banda de frecuencias, utilizada antes de la puesta en modo de espera. Esta última información podría ser utilizada, por ejemplo, durante el arbitraje por parte de un nodo de gestión, después de una reactivación del sistema en el canal de reactivación, para cambiar todos los nodos de la red de recogida a un canal más apropiado; y

- desactiva sus interfaces de radio «AP-B» y «ST-B» únicamente en emisión, quedando esta última activa en recepción. La desactivación de las interfaces de radio «AP-B» y «ST-B» permite la desactivación en emisión y recepción de las interfaces de radio «AP-F». De hecho, una vez que se desactivan las interfaces de radio «AP-B» y «ST-B», no se intercambia más información a través de las interfaces de radio «AP-F». En una variante, las interfaces de radio «AP-F» se dejan activas. Esta variante permite detectar una actividad de un terminal móvil, por ejemplo, un teléfono que se vuelve a encender, y desencadenar una reactivación del sistema a partir de esta detección. Opcionalmente, antes o después de la puesta en espera, también configura el canal aplicando este, es decir, el canal de «reactivación», que se indica en el mensaje M3 que comprende la orden de puesta en espera. De este modo, el nodo de recepción B estará a la escucha en este canal de reactivación para detectar cualquier orden de reactivación en el mismo. Durante una etapa S240, el nodo solicitante recibe el mensaje de acuse de recibo. Este acuse de recibo permite al nodo solicitante, es decir, el que envió la orden de puesta en espera, pasar a su vez al modo de espera. En el caso de una pluralidad de nodos adyacentes, tal como se ilustra en la Fig. 3, el nodo solicitante entra en el estado de espera cuando ha recibido los mensajes de acuse de recibo de todos los nodos de recepción B, C y D. Opcionalmente, el nodo solicitante, si puede funcionar en las mismas frecuencias que el nodo de recepción B, analiza su entorno de radio para verificar que el nodo de recepción efectivamente ha dejado de transmitir y, por lo tanto, ha entrado en el estado de espera. A continuación, el nodo solicitante A puede cambiar el estado del procedimiento asociado con el nodo de recepción «en espera».

La Fig. 4 ilustra el procedimiento de espera en el que el nodo de recepción B de la solicitud de puesta en espera es un nodo intermedio, es decir, un nodo que no está al final de la cadena y que, por lo tanto, tiene nodos C y D adyacentes distintos del nodo solicitante, tal como se muestra en la Fig. 5. En esta figura, A es el nodo solicitante. El nodo A envía una solicitud de puesta en espera al nodo B. En este caso, el nodo B rechazará la solicitud de puesta en espera porque es un nodo intermedio entre el nodo A y los nodos C y D. El nodo B, a su vez, iniciará una solicitud de puesta en espera a sus propios nodos adyacentes (C y D) siguiendo el procedimiento descrito anteriormente con referencia a la Fig. 2.

Durante una etapa S200, el nodo solicitante A de la red de comunicación inalámbrica detecta la activación de un modo de espera de la red, por ejemplo, por parte de un usuario. El nodo solicitante A puede ser cualquier nodo de la red de comunicación inalámbrica. El modo de espera puede ser activado por un usuario presionando un botón físico en el nodo solicitante. Según una variante, el modo de espera es activado por un usuario a través de una interfaz de usuario adjunta al nodo solicitante. El nodo solicitante iniciará el procedimiento de puesta en espera. Durante una etapa S210, el nodo solicitante envía punto a punto («unicast» en inglés) a un nodo adyacente, en este caso el nodo B de la Fig. 5, un mensaje M1 que comprende una solicitud de puesta en espera. También cambia el estado del procedimiento de puesta en espera con respecto al nodo de recepción B en el estado «interrogado». En el caso de una pluralidad de nodos adyacentes, el mensaje M1 es enviado a todos sus nodos adyacentes. El mensaje es transmitido, por ejemplo, mediante un bus de comunicación a través de un enlace por cable o bien un enlace inalámbrico (por ejemplo, de Wi-Fi o Bluetooth).

Durante una etapa E200, el nodo de recepción B recibe el mensaje M1 que comprende la solicitud de puesta en espera de la red.

Durante una etapa E215, el nodo de recepción B envía un mensaje M2 al nodo solicitante A, indicando dicho mensaje M2 que rechaza la solicitud de puesta en espera. El mensaje M2 comprende:

- una información que permite definir la categoría del mensaje (en este caso, respuesta a una solicitud de puesta en espera). Esta información puede ser un identificador numérico que permite definir la categoría del mensaje entre un conjunto de categorías de mensajes;
- una respuesta al mensaje M1: rechazado;
- un motivo de rechazo: nodo intermedio; y

- opcionalmente, la lista de sus nodos adyacentes.

De hecho, siendo el nodo B un nodo intermedio, primero debe asegurarse de que todos sus nodos adyacentes están en espera antes de aceptar una solicitud de puesta en espera.

5 Durante una etapa S225, el nodo solicitante A recibe la respuesta enviada por el nodo de recepción B. Si se rechaza la solicitud, se analiza el motivo del rechazo. En el caso de que el motivo sea «nodo intermedio», el nodo solicitante cambiará el estado del proceso con respecto al nodo de recepción al estado «en espera».

10 Durante una etapa E216, el nodo de recepción intermedio activa el modo de espera para sus nodos adyacentes además del nodo solicitante, en este caso para los nodos C y D de la Fig. 5. Las etapas de la Fig. 4 se implementan por lo tanto con el nodo B como nodo solicitante y el nodo C o D como nodo de recepción. En este caso, durante la etapa S200, la detección de la activación de la puesta en espera para el nodo B no es efectuada por un usuario, sino mediante la recepción del mensaje M1 que comprende la solicitud de puesta en espera del nodo A. Por lo tanto, las etapas del procedimiento de puesta en espera se aplican de manera recursiva.

Durante una etapa E218, una vez que los nodos C y D están en espera, el nodo de recepción intermedio B envía al nodo solicitante A un mensaje M4 que comprende una solicitud de autorización de puesta en espera.

15 El mensaje M4 incluye:

- una información que permite definir la categoría del mensaje (en este caso, una solicitud de autorización de puesta en espera). Esta información puede ser un identificador numérico que permite definir la categoría del mensaje entre un conjunto de categorías de mensajes; y

20 - un identificador del nodo B que envía el mensaje (identificador dentro de la topología, por ejemplo, su dirección de MAC).

Durante una etapa S228, el nodo solicitante A recibe el mensaje M4, que comprende la solicitud de autorización de puesta en espera.

Durante una etapa S230, el nodo solicitante envía un mensaje M3, que comprende una orden de puesta en espera. Cambia el estado asociado con el nodo B a «aceptado».

25 Durante una etapa E220, el nodo de recepción recibe el mensaje M3, que comprende la orden de puesta en espera, y pasa al estado de espera.

Durante una etapa E230, el nodo de recepción B envía un mensaje de acuse de recibo de la orden de puesta en espera.

30 Durante una etapa S240, el nodo solicitante recibe el mensaje de acuse de recibo. Este acuse de recibo permite al nodo solicitante, es decir, el que envió la orden de puesta en espera, pasar a su vez al modo de espera. En el caso de una pluralidad de nodos adyacentes, tal como se ilustra en la Fig. 3, el nodo solicitante entra en el estado de espera cuando ha recibido los mensajes de acuse de recibo de todos los nodos de recepción B, C y D. Opcionalmente, el nodo solicitante, si puede funcionar en las mismas frecuencias que el nodo de recepción B, analiza su entorno de radio para verificar que el nodo de recepción efectivamente ha dejado de transmitir y, por lo tanto, ha entrado en el estado de espera. A continuación, el nodo solicitante A puede cambiar el estado del proceso asociado con el nodo de recepción a «en espera». Por supuesto, si uno de los nodos C o D tiene nodos adyacentes, el procedimiento descrito en relación con la Fig. 4 se aplica con el nodo C o D como nodo solicitante y sus nodos adyacentes como nodos de recepción. De este modo, etapa a etapa, toda la red de comunicación inalámbrica es puesta en espera.

40 En una realización particular (no representada en las Figs. 2 y 4), la solicitud de puesta en espera puede ser rechazada por un nodo de recepción por un tipo de motivo diferente al hecho de ser un «nodo intermedio». En una variante, un nodo de recepción puede no responder a una solicitud de puesta en espera porque no se puede alcanzar, por ejemplo, porque está desconectado o perturbado. En todos estos casos (es decir, negativa por otro tipo de motivo que no sea el de «nodo intermedio» o incluso por falta de respuesta), el nodo solicitante cambiará en memoria el estado del proceso en espera relativo al nodo de recepción a «denegado». De hecho, es posible que no se pueda acceder a un nodo de recepción. Por lo tanto, no puede ser informado del estado de espera de la red. En este caso particular, el procedimiento de espera se cancela. El nodo solicitante informa a los otros nodos de la finalización del procedimiento de puesta en espera. Si es necesario, puede solicitar a los nodos que ya están en espera que se reactiven, por ejemplo, utilizando el procedimiento descrito con referencia a las Figs. 6 y 7. Los nodos que han recibido la solicitud de cancelación de puesta en espera tienen sus estados configurados en «cancelado» a nivel del nodo solicitante. Los nodos que aún no están en espera reciben una solicitud de cancelación y aplican el mismo procedimiento de manera recursiva. Se debe acusar el recibo de la solicitud de cancelación. Al recibir el acuse de recibo, el nodo solicitante cambia su estado y lo configura como «listo».

En una realización particular, se pueden difundir tramas de baliza para informar a todos los nodos de la red de comunicación inalámbrica de que esta se encuentra en el estado de espera. Más específicamente, el nodo desde el

que se activó el modo de espera agrega al menos una información de marco de baliza (IE) que indica que la red está en modo de espera. En una variante, este nodo agrega en al menos una trama de baliza una información (IE) que indica el estado del procedimiento de puesta en espera, por ejemplo, si está en progreso, finalizado, cancelado, etc.

El procedimiento según al menos una realización permite, ventajosamente, poner en espera al menos una parte de la red y, por lo tanto, ahorrar energía y limitar la difusión inútil de señales electromagnéticas. Además, este modo de espera puede ser activado desde cualquier nodo de la red.

Las Figs. 6 y 7 ilustran esquemáticamente un procedimiento para reactivar una red de comunicación inalámbrica distribuida de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, por ejemplo, la red 100, comprendiendo dicha red de comunicación inalámbrica una pluralidad de nodos de recogida, de los cuales al menos una parte está en el estado de espera. La puesta en espera de los nodos podría ser llevada a cabo por medio del procedimiento descrito con referencia a las Figs. 2 y 4 o por medio de cualquier otro procedimiento que permita una puesta en espera que resulte en una desactivación en emisión de las interfaces de radio de recogida «AP-B» y «ST-B» solamente, permaneciendo estas últimas activas en recepción. En una variante, a la desactivación en emisión de las interfaces de radio de recogida «AP-B» y «ST-B», le siguió una desactivación en emisión y en recepción de las interfaces de radio «AP-F». La información de conexión (por ejemplo, «Identificador de conjunto de servicios básicos», SSID y contraseña), opcionalmente, la clave de identificación y el canal utilizado antes de la puesta en espera, también habrán sido guardados en la memoria durante el procedimiento de puesta en espera. Más concretamente, la Fig. 6 ilustra el procedimiento desde el punto de vista de un nodo, denominado principal, desde el cual se activa el procedimiento de reactivación de la red y la Fig. 7 ilustra el procedimiento desde el punto de vista de otro nodo de la red.

Con referencia a la Fig. 6, en una etapa S600, un nodo de la red de comunicación inalámbrica determina que un usuario ha activado una reactivación de la red de comunicaciones inalámbricas. Este nodo puede ser cualquier nodo de la red de comunicación inalámbrica. Un usuario puede activar la reactivación presionando un botón físico en el nodo. Según una variante, la activación de la reactivación la realiza un usuario a través de una interfaz de usuario adjunta al nodo. A continuación, el nodo iniciará el procedimiento de reactivación y se convierte en el nodo principal del proceso de reactivación.

Durante una etapa S610, el nodo principal almacena la información útil para reactivar la red. En particular almacena en memoria: su estado interno, el cual configura a «reactivación» y la información de la marca de tiempo («timestamp» en inglés) para que sea igual a la fecha de activación por parte del usuario de la reactivación. El estado interno del nodo da una indicación de la fase en la que se encuentra en el proceso de reactivación. El estado de «reactivación» indica que está en proceso de reactivación y el estado «listo» indica que está reactivado y, por lo tanto, puede recibir y transmitir datos a través de sus interfaces de radio, de la misma manera que antes de la puesta en espera.

Durante una etapa S620, el nodo principal reactiva todas sus interfaces de radio. En particular, reactiva en emisión y en recepción sus interfaces radio «AP-F», y sus interfaces de radio de recogida «AP-B» y «ST-B», en transmisión. En una variante de realización, el nodo principal reactiva en emisión únicamente sus interfaces de radio de recogida «AP-B» y «ST-B». En esta variante, sus interfaces de radio «AP-F» se reactivan en emisión y en recepción más tarde, por ejemplo, al final de la etapa S650. El canal de reactivación se utiliza opcionalmente durante la reactivación del sistema. Si, en el momento de la reactivación, el canal de reactivación está en servicio, se seguirá utilizando al utilizar la red. Este canal puede ser diferente del canal utilizado antes de la puesta en espera. En una variante de realización, el nodo principal configura, durante S620, el canal utilizado por sus interfaces de radio de recogida en el canal definido antes de la puesta en espera. Durante una etapa S630, el nodo principal difunde a todos los nodos de la red un mensaje diciéndoles que se reactiven. De hecho, las interfaces de radio «AP-B» y «ST-B» de los nodos están activas en recepción durante el período de espera de la red. Por lo tanto, los nodos dentro del alcance del nodo principal quedan configurados para recibir y leer los mensajes emitidos por el nodo principal.

Con este fin, el nodo principal agrega, en sus tramas de baliza, información IE («Information Element» en inglés) que comprende en particular la información útil para reactivar la red almacenada en la etapa S610, es decir, su estado interno configurado para «reactivación», y, opcionalmente, una información de marca de tiempo correspondiente a la fecha de activación por parte del usuario de la reactivación. El IE incluye opcionalmente un identificador del nodo principal, por ejemplo, su dirección de MAC, y una clave de identificación, negociada antes de poner la red en espera para identificar el nodo principal como perteneciente a la red. La clave de identificación también se puede utilizar como clave de hash para cifrar estos datos y evitar posibles ataques.

Durante una etapa S640, el nodo principal es emparejado con el nodo que era su nodo «principal» antes de la puesta en espera. Verifica que todos sus nodos secundarios estén emparejados con él y que el estado de todos los nodos en la red está configurado como «listo». Si este es el caso, el nodo principal puede, a su vez, ser configurado como «listo» durante una etapa S650. El nodo «principal» es el último nodo en realizar la transición al estado «listo», lo que indica que el proceso de activación se ha completado y que la red está funcionando igual que antes de la puesta en espera.

En una variante, el nodo principal envía un mensaje por toda la red, al que se le debe dar acuse de recibo en cascada de la misma manera que para la solicitud de puesta en espera, para verificar que todos los nodos han sido efectivamente reactivados. Por ejemplo, con referencia a la Fig. 5, suponiendo que A es el nodo principal, a

continuación, envía a B un mensaje de verificación, B reenvía el mensaje a C y D. Después de que C y D respondan a B, B responde a A para confirmar que sus nodos secundarios están reactivados.

Con referencia a la Fig. 7, durante una etapa S700, un nodo de la red de comunicación inalámbrica, denominado nodo actual, determina que se ha activado una reactivación de la red de comunicación inalámbrica. Para un nodo actual diferente del nodo principal, la etapa S700 (que corresponde a la etapa S600 para el nodo principal) comprende las etapas S705 a S730.

Durante una etapa S705, el nodo actual recibe una trama de baliza transmitida por el nodo principal o retransmitida por otro nodo de la red.

Durante una etapa S710 opcional, el nodo actual compara la información de la marca de tiempo $Ts_recibida$ recibida en la trama de baliza, con su propia información de marca de tiempo Ts_actual , para comprobar si es realmente un evento nuevo. Si $Ts_recibida$ es mayor que Ts_actual , el nodo actual comprueba el estado indicado en el IE de la trama de baliza recibida. De lo contrario, considerará que la trama de baliza incluye información obsoleta, e ignorará la trama de baliza durante una etapa S720.

Si el estado en el IE indica «reactivación», el nodo actual verifica, durante una etapa S730 opcional, si la clave de identificación negociada antes de la puesta en espera y almacenada en su memoria es idéntica a la clave indicada en la baliza de trama recibida. Si es así, transmitirá la información de reactivación (estado, información de marca de tiempo, identificación del nodo principal, clave de identificación opcional) a los otros nodos. Para ello, durante una etapa S740, el nodo actual almacena la información útil para reactivar la red. Esto se hace a partir del IE de la trama de baliza recibida. En particular, almacena su estado interno en la memoria configurándolo en «reactivación». Opcionalmente, almacena el valor de $Ts_recibida$ que reemplaza el valor de Ts_actual , y otros datos tales como el identificador del nodo principal indicado en el IE.

Durante una etapa S750, el nodo actual reactiva todas sus interfaces de radio. En particular, reactiva en emisión y en recepción sus interfaces de radio «AP-F», y en emisión sus interfaces radio de recogida «AP-B» y «ST-B». En una variante, el nodo actual solo reactiva en emisión sus interfaces radio de recogida «AP-B» y «ST-B». En esta variante, sus interfaces de radio «AP-F» se reactivan en emisión y en recepción más tarde, por ejemplo, al final de la etapa S780. El canal de reactivación se utiliza opcionalmente durante la reactivación del sistema. Si, en el momento de la reactivación, el canal de reactivación está en servicio, se seguirá utilizando al utilizar la red. En una variante, configura el canal utilizado por sus interfaces de radio de recogida en el canal definido antes de la puesta en espera.

Durante una etapa S760, el nodo actual transmite tramas de baliza que comprenden una información IE («Information Element» en inglés) con la información útil para reactivar la red almacenada en la etapa S740, es decir, su estado interno configurado en el estado de «reactivación», la información de marca de tiempo correspondiente a la fecha de activación por parte del usuario de la reactivación, y el identificador del nodo principal. El IE incluye, opcionalmente la clave de identificación negociada antes de poner la red en espera para identificar el nodo actual como perteneciente a la red. De este modo, etapa a etapa, la información que aparece en la trama de baliza del nodo principal es retransmitida por otros nodos de la red. En una variante, el nodo actual agrega su propio identificador, por ejemplo, su dirección de MAC, en el IE. Así, es posible saber por qué nodos ha transitado la información de reactivación.

Durante una etapa S770, teniendo conocimiento de su topología cercana, el nodo actual se emparejará con el nodo que era su «principal» antes de ser puesto en espera. En efecto, el nodo, como cualquier equipo de Wi-Fi, tiene conocimiento y, por lo tanto, tiene en memoria, independientemente de su estado de funcionamiento, la lista de estaciones (nodos secundarios) que están asociadas en su interfaz AP-B y el punto de acceso (nodo principal) al que está asociada su interfaz ST-B.

Si el nodo actual no tuviese nodos secundarios antes de ser puesto en espera, después de emparejarse con su nodo principal, configura su estado interno en «listo» y actualiza su propia información de marca de tiempo para indicar la fecha de su cambio de estado en una etapa S780.

Si el nodo actual tuviese nodos secundarios antes de ser puesto en espera, espera a que todos sus nodos secundarios se emparejen con él. Opcionalmente, verifica mediante un escaneo de su entorno de radio que su estado interno está efectivamente configurado en «listo». Si este es el caso, entonces el nodo actual, después de emparejarse con su nodo principal, a su vez configura su estado interno en «listo» y actualiza su propia información de marca de tiempo para indicar la fecha de su cambio de estado en la etapa S780. De este modo, indica que el procedimiento de reactivación se ha completado para su rama.

En el caso particular de una topología en bucle, los nodos que tienen conocimiento de la topología, cambian su estado interno a «listo» una vez que todos sus nodos «secundarios» se han emparejado y ellos mismos se han asociado con sus nodos «principales». A continuación, todos los nodos escanean periódicamente su entorno de radio para verificar si cada trama de baliza transmitida por los nodos de la red realmente contiene el estado «listo». Una vez que solo se transmite el estado «listo», se completa el proceso de reactivación. Este enfoque también se puede utilizar como parte de una topología de estrella y en rama.

Los procedimientos de puesta en espera y de reactivación de la red de comunicación inalámbrica distribuida pueden ser implementados de manera independiente. Por lo tanto, la red de comunicación inalámbrica puesta en espera mediante el procedimiento descrito con referencia a las etapas de las Figs. 2 a 5 puede ser reactivada mediante el procedimiento descrito con referencia a las Figs. 6 y 7, o bien mediante un procedimiento diferente. Del mismo modo, la red de comunicación inalámbrica reactivada mediante el procedimiento descrito con referencia a las Figs. 6 y 7 puede haber sido puesta en espera previamente por el procedimiento descrito con referencia a las Figs. 2 a 5, o bien mediante un procedimiento diferente.

La **Fig. 8** ilustra esquemáticamente la arquitectura de hardware de un dispositivo electrónico o nodo de recogida 800 de una red de comunicación inalámbrica, estando configurado el dispositivo electrónico o nodo de recogida para ejecutar la totalidad o una parte de las etapas del procedimiento ilustrado en la Fig. 2, en la Fig. 4, en la Fig. 6 o en la Fig. 7.

Por lo tanto, el dispositivo electrónico 800 comprende, conectado mediante un bus de comunicación: un procesador o CPU («*Central Processing Unit*» en inglés) 801; una memoria MEM 802 del tipo RAM («*Random Access Memory*» en inglés), ROM («*Read Only Memory*» en inglés) y/o EPROM («*Erasable Programmable Read Only Memory*» en inglés), posiblemente un módulo de red NET 803, por ejemplo de tipo de Ethernet, un módulo de almacenamiento STCK 804 de tipo de almacenamiento interno y, eventualmente, una pluralidad de módulos de radiofrecuencia 805 a 80N de acuerdo con un estándar de tipo 802.11 del IEEE. El nodo de recogida 800 puede incluir, opcionalmente, una o varias interfaces de entrada/salida que no se muestran en la Fig. 8 (por ejemplo, un teclado, un mouse, un panel táctil, una cámara web, etc.), cada uno de los cuales está configurado para mostrar información y/o permitir que un usuario introduzca órdenes o datos. El nodo de recogida 800 también puede incluir una fuente de alimentación que no se muestra en la Fig. 8, que también puede ser externo al nodo de recogida.

El módulo de almacenamiento STCK 804 puede ser del tipo de disco duro HDD («*Hard Disk Drive*» en inglés) o SSD («*Solid-State Drive*» en inglés), o del tipo de lector de soporte de almacenamiento externo, tal como un lector de tarjetas SD («*Secure Digital*» en inglés).

El procesador CPU 801 puede guardar datos, o información, en la memoria MEM 802 o en el módulo de almacenamiento STCK 804. El procesador CPU 801 puede leer datos guardados en la memoria MEM 802 o en el módulo de almacenamiento STCK 804. Estos datos pueden corresponder a parámetros de configuración. El módulo de red NET 803, si está presente, habitualmente permite la conexión del dispositivo electrónico 800 a una red local y/o Internet. Cada módulo de radiofrecuencia 805 a 80N permite que el dispositivo electrónico 800 establezca una pluralidad de interfaces de radiofrecuencia de acuerdo con un denominado estándar de Wi-Fi. Una interfaz de radiofrecuencia puede ser un punto de acceso de Wi-Fi, o, por el contrario, una interfaz de radiofrecuencia, denominada de usuario, que permite la asociación con una interfaz de radiofrecuencia denominada punto de acceso de otro dispositivo electrónico.

El procesador CPU 801 es capaz de ejecutar instrucciones cargadas en la memoria MEM 802, por ejemplo, desde el módulo de almacenamiento STCK 804. Cuando se enciende el dispositivo electrónico 800, el procesador CPU 801 es capaz de leer instrucciones de la memoria MEM 802 y ejecutarlas. Estas instrucciones forman un programa informático que provoca la implementación, por parte del procesador CPU 801, de la totalidad o una parte de los procedimientos y etapas descritos anteriormente, concretamente el procedimiento descrito en las Figs. 2 y 4 o el procedimiento descrito en las Figs. 6 y 7. Por lo tanto, la totalidad o una parte de los procedimientos y etapas descritos anteriormente pueden ser implementados en forma de software mediante la ejecución de un conjunto de instrucciones mediante una máquina programable, tal como un DSP («*Digital Signal Processor*» en inglés) o un microcontrolador. La totalidad o una parte de los procedimientos y etapas descritos en el presente documento también pueden ser implementados en forma de hardware mediante una máquina o componente dedicado, tal como una FPGA («*Field-Programmable Gate Array*» en inglés) o un ASIC («*Application-Specific Integrated Circuit*» en inglés). Las funciones del dispositivo electrónico 800 pueden estar integradas en un nodo de una red inalámbrica de acuerdo con un estándar 802.11 del IEEE mediante la actualización del software, es decir, por ejemplo, mediante la actualización del firmware («firmware» en inglés) del dispositivo electrónico 800.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de reactivación de una parte de una red de comunicación inalámbrica de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, que comprende una pluralidad de nodos de recogida organizados en una jerarquía principal/secundario, comprendiendo, al menos un nodo de recogida en dicha red de comunicación, denominado nodo actual, una interfaz (AP-B) de radiofrecuencia de punto de acceso y una interfaz (ST-B) de radiofrecuencia de usuario de una denominada red inalámbrica de recogida asociada a la red de comunicación, estando desactivadas en emisión dichas interfaces de radiofrecuencia de punto de acceso y de usuario de dicha red de recogida, estando ejecutado el procedimiento por dicho nodo actual y estando caracterizado por que comprende;
5
- recibir (S705) una primera trama de baliza enviada por otro nodo en dicha red de comunicaciones, comprendiendo dicho primer nodo de baliza información de estado que indica una reactivación en curso; y
10
a) almacenar en memoria (S740) un estado interno de dicho nodo actual para indicar que dicho nodo está siendo reactivado;
b) reactivar (S620, S750), para dicho nodo actual, todas sus interfaces de radiofrecuencia de punto de acceso y de usuario de la red de recogida;
15
c) difundir (S630, S760) una segunda trama de baliza que comprende información de estado que indica una reactivación en curso para retransmitir la información de estado que indica que una reactivación está en curso; y
d) emparejamiento (S640, S770) con un nodo principal y, en el caso de que dicho nodo actual tenga nodos secundarios, esperar hasta que dichos nodos secundarios se emparejen con él, comprobar que el estado interno de cada uno de dichos nodos secundarios indica que dicho nodo secundario se reactiva y, en el caso de que dichos
20
nodos secundarios estén reactivados, actualizar el estado interno de dicho nodo actual para indicar que dicho nodo actual está reactivado, y, en el caso de que dicho nodo actual no tenga un nodo secundario, actualizar el estado interno de dicho nodo actual para indicar que dicho nodo actual está reactivado.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho nodo actual comprende, además, una interfaz (AP-F) de radiofrecuencia de punto de acceso de una red inalámbrica conocida como red de usuario asociada a la red de comunicación que está desactivada en modo de emisión y de recepción, la etapa b) comprende, además, una etapa de reactivar dicha interfaz de radiofrecuencia de punto de acceso de dicha red de usuario en modo de emisión y de recepción.
25
3. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que dicha primera trama de baliza comprende, además, información de marca de tiempo correspondiente al momento en que se activó dicha reactivación, realizándose dichas etapas a) a d) únicamente en el caso de que un valor de dicha información de marca de tiempo recibido sea mayor que un valor de la información de marca de tiempo actual asociada con dicho nodo actual.
30
4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que la etapa a) comprende, además, almacenar en memoria la información de la marca de tiempo recibida en lugar del valor de la información de la marca de tiempo actual.
5. El procedimiento según la reivindicación 3 o 4, en el que dicha segunda trama de baliza comprende, además, la información de marca de tiempo recibida.
35
6. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha primera trama de baliza comprende, además, una clave que identifica dicha red, dichas etapas a) a d) se realizan únicamente en el caso de que dicha clave que identifica dicha red de dicha trama de baliza sea idéntica a una clave de identificación almacenada en la memoria de dicho nodo actual.
7. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha reactivación se activa presionando un botón de un nodo de dicha red de comunicación inalámbrica.
40
8. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el procedimiento comprende, para un nodo de dicha red denominado nodo de recepción:
1) recibir un mensaje de un nodo en la red, denominado nodo solicitante, que comprende una solicitud de puesta en espera; y
45
si dicho nodo de recepción es un nodo que no tiene ningún nodo adyacente distinto de dicho nodo solicitante, siendo un nodo adyacente a otro nodo, si es accesible desde este otro nodo en un solo salto:
2) enviar un mensaje a dicho nodo solicitante indicando que acepta la solicitud de puesta en espera;
3) recibir un mensaje que comprende una orden de puesta en espera;
50
4) enviar un mensaje a dicho nodo solicitante acusando recibo de la orden de puesta en espera;

5) ponerse en espera almacenando en memoria información de conexión y desactivar en emisión sus interfaces de radiofrecuencia de punto de acceso y/o de usuario de dicha red de recogida;

de lo contrario:

- 5 - enviar un mensaje a dicho nodo solicitante, indicando que rechaza la solicitud de puesta en espera y una indicación de que es un nodo intermedio;
- repetir las etapas 1) a 5) recursivamente para cada uno de los nodos adyacentes a dicho nodo de recepción distinto de dicho nodo solicitante, actuando dicho nodo de recepción como un nuevo nodo solicitante, hasta que todos los nodos adyacentes a dicho nodo de recepción estén puestos en espera;
- enviar un mensaje a dicho nodo solicitante, que comprende una solicitud de autorización de puesta en espera;
- 10 - recibir un mensaje que comprende una orden de puesta en espera;
- enviar un mensaje a dicho nodo solicitante acusando recibo de la orden de puesta en espera; y
- pasar al estado de espera almacenando en memoria información de conexión y desactivando en emisión su interfaces de radiofrecuencia de punto de acceso y/o de usuario de dicha red de recogida.
- 15 9. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que pasar al estado de espera comprende, además, desactivar en emisión y en recepción su interfaz de radiofrecuencia de punto de acceso de la red del usuario.
10. El procedimiento según la reivindicación 8 o 9, en el que el mensaje que comprende la solicitud de puesta en espera comprende información que indica que es una solicitud de puesta en espera y un identificador del nodo solicitante.
- 20 11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que el mensaje que comprende la solicitud de puesta en espera comprende, además, una clave de identificación particular de dicha red.
12. El procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el mensaje que comprende la orden de puesta en espera comprende información que indica que es una orden de puesta en espera y un identificador del nodo que envía el mensaje.
- 25 13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que el mensaje que comprende la orden de puesta en espera comprende, además, un valor de tiempo que define un instante en el que dicho nodo de recepción debe ser puesto en espera.
14. El procedimiento según la reivindicación 12 o 13, en el que el mensaje que comprende la orden de puesta en espera comprende, además, la clave de identificación particular de dicha red de dicha solicitud de puesta en espera.
- 30 15. El procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 14, en el que el mensaje que comprende la orden de puesta en espera comprende, además, un identificador de un canal en el que se deben reactivar las interfaces de radio de dicho nodo de recepción.
16. El procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 15, en el que el mensaje que comprende la solicitud de autorización de puesta en espera comprende información que indica que se trata de una solicitud de autorización de puesta en espera y un identificador de dicho nodo que envía dicho mensaje.
- 35 17. Un nodo de recogida de una red de comunicación inalámbrica de acuerdo con uno de los estándares 802.11 del IEEE, comprendiendo dicha red una pluralidad de nodos de recogida organizados en una jerarquía principal/secundario, comprendiendo dicho nodo de recogida una interfaz de radiofrecuencia de punto de acceso y/o una de usuario de una denominada red inalámbrica de recogida asociada a la red de comunicación que se encuentran desactivadas en emisión, estando dicho nodo de recogida caracterizado por que está adaptado para realizar las etapas del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.
- 40 18. Un programa informático, que comprende instrucciones para implementar, por parte de un procesador de un nodo de recogida de una red de comunicación inalámbrica distribuida que comprende una pluralidad de nodos de recogida, un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, cuando el programa informático es ejecutado por el procesador.
- 45 19. Un medio de grabación, que puede ser leído por un nodo de recogida de una red de comunicación inalámbrica distribuida, en el que se almacena el programa informático según la reivindicación anterior.

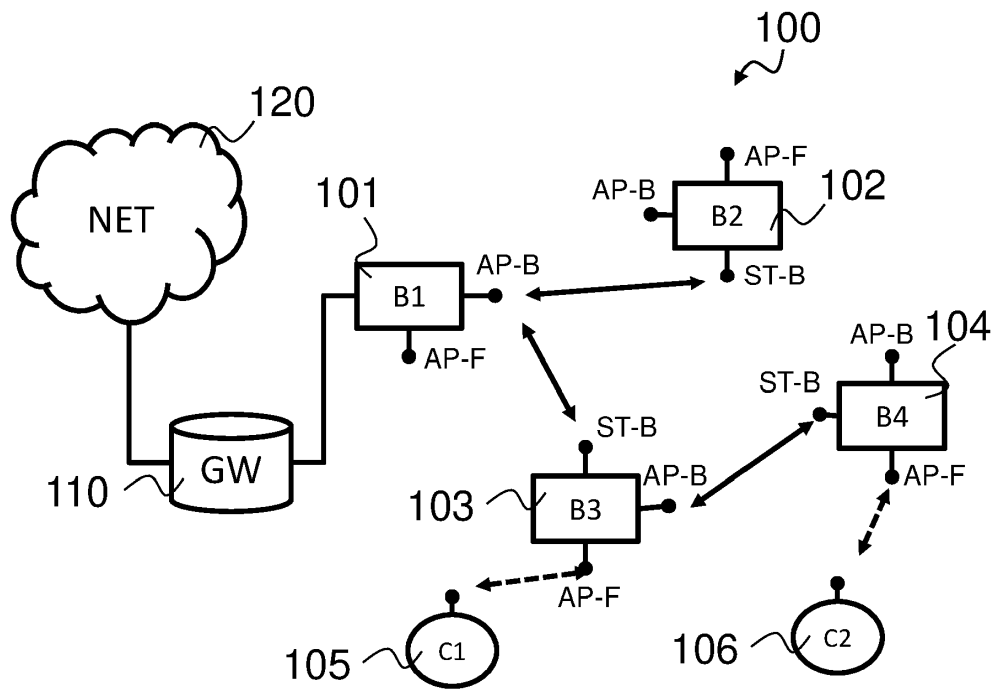


Fig. 1

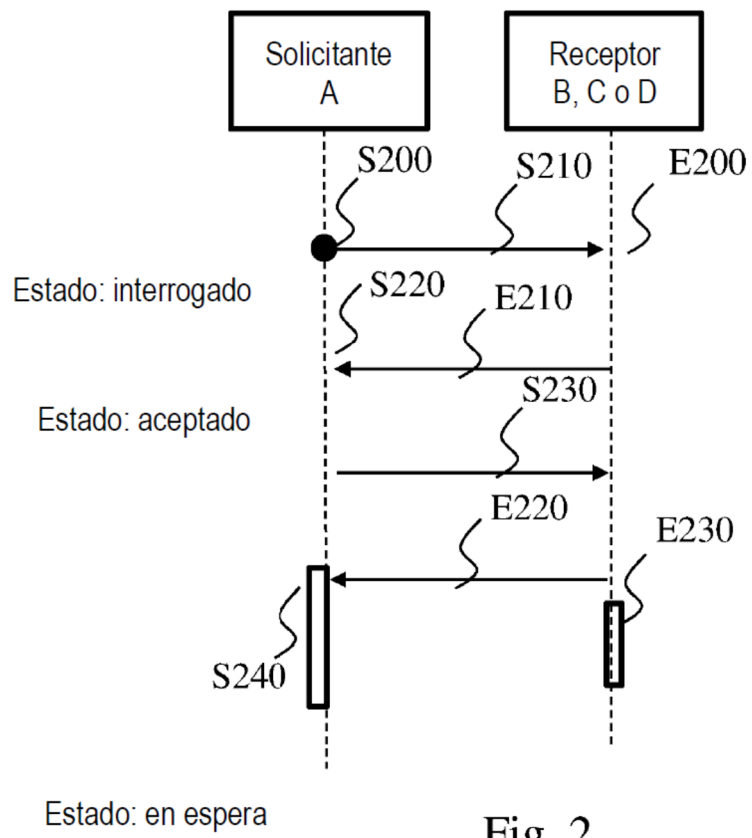


Fig. 2

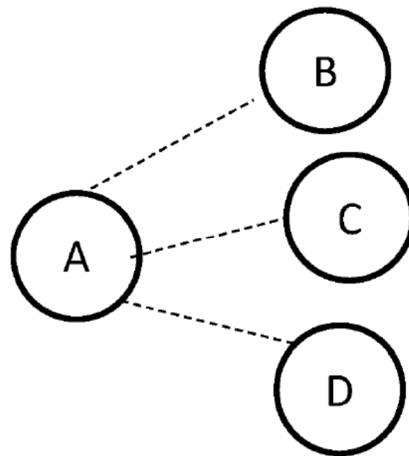


Fig. 3

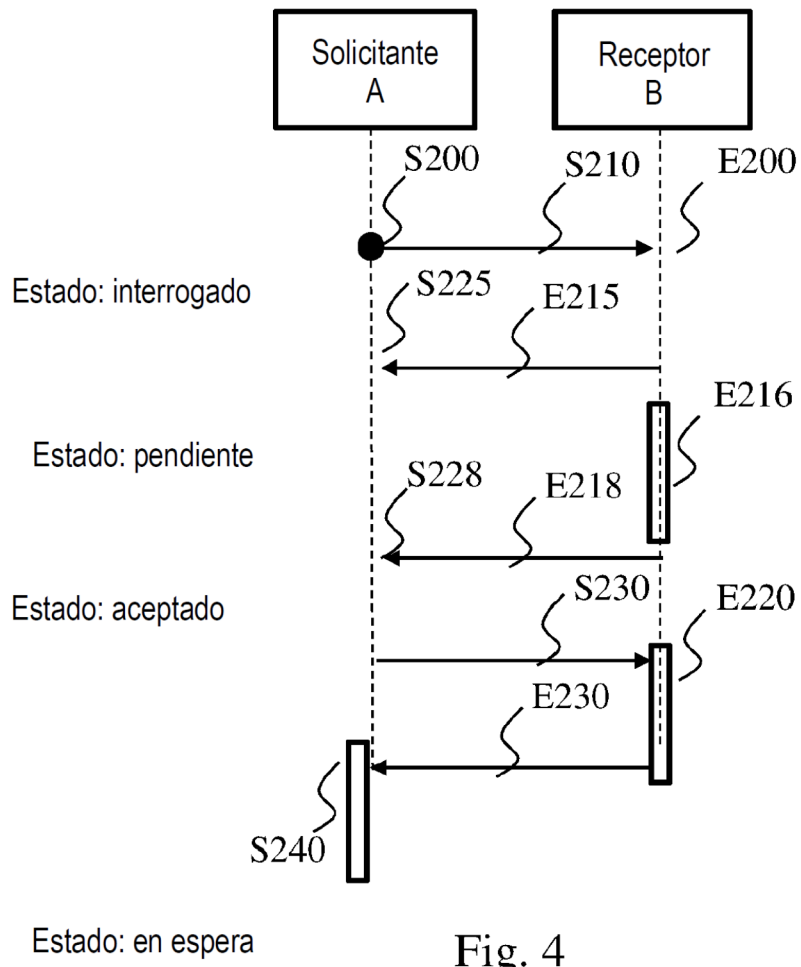


Fig. 4

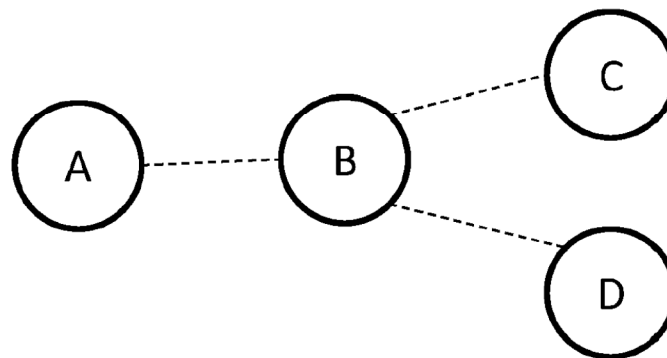


Fig. 5

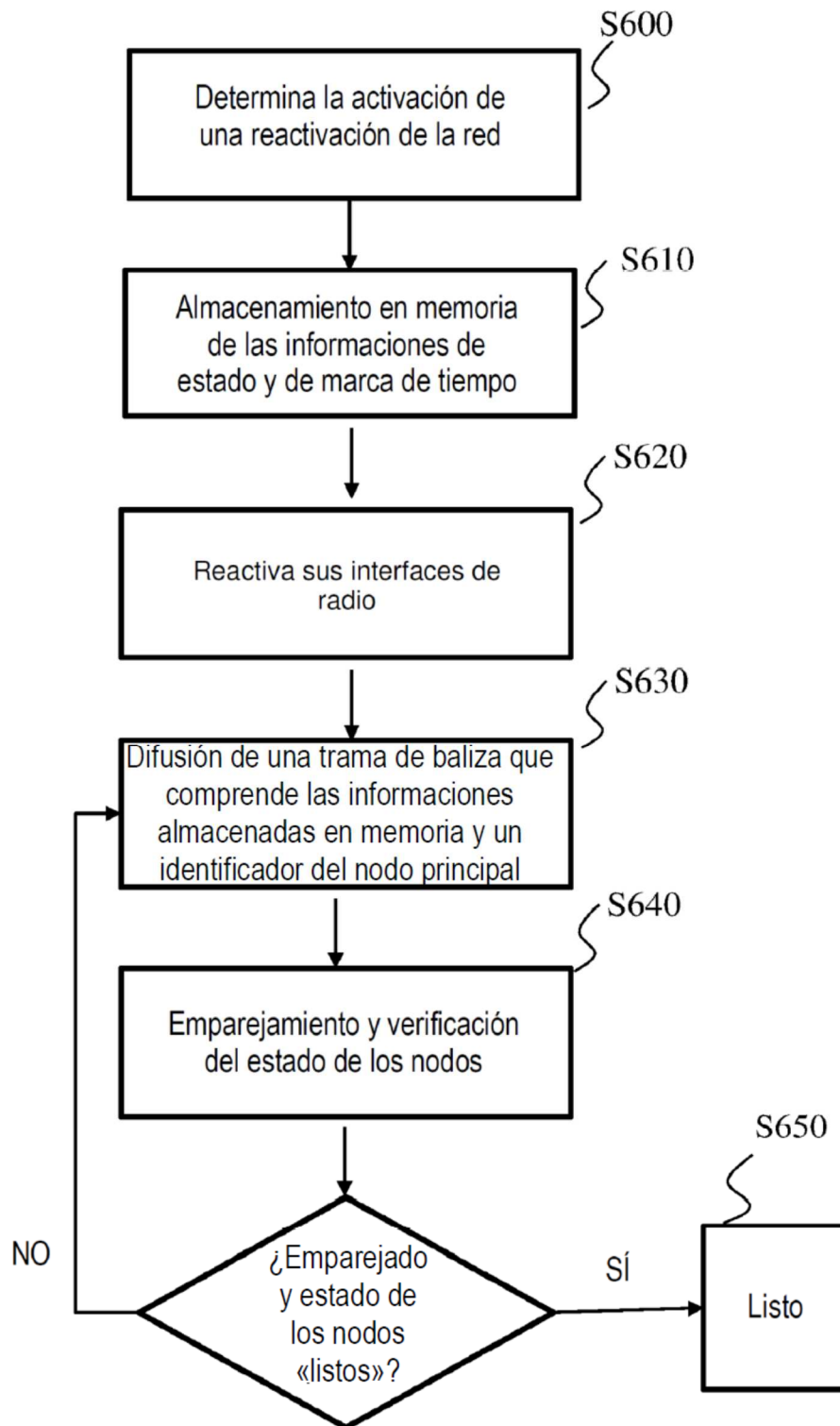


Fig. 6

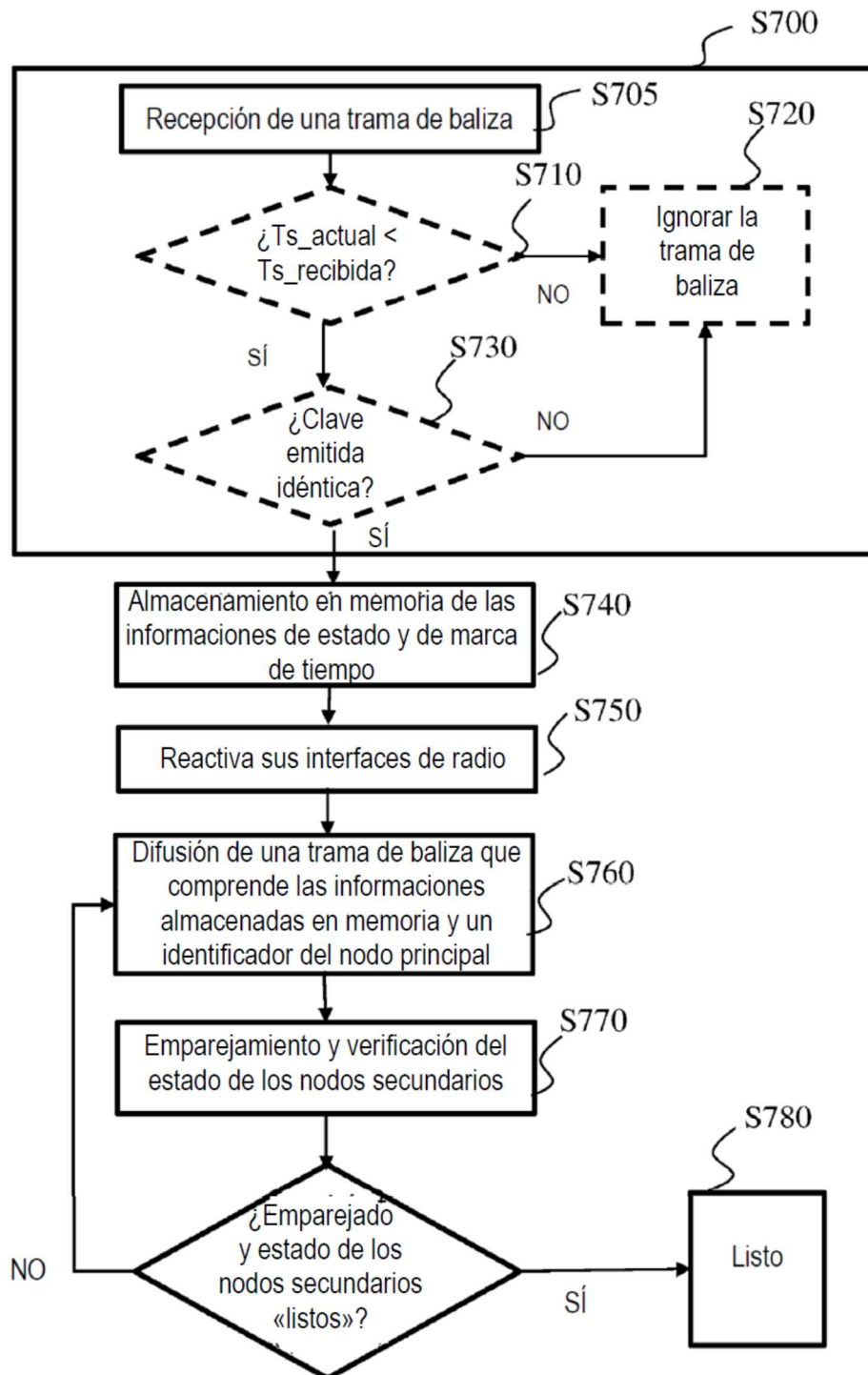


Fig. 7

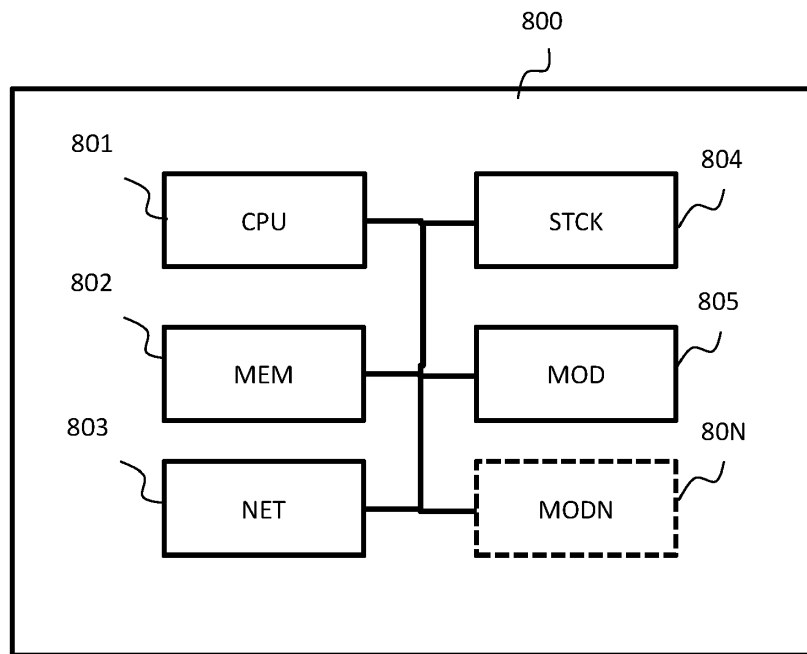


Fig. 8