

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 388**

51 Int. Cl.:

H04B 3/54 (2006.01)

H04L 12/403 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2014 PCT/EP2014/064546**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.01.2015 WO15004104**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2014 E 14736802 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 3020139**

54 Título: **Transmisión de balizas en una primera red de comunicación que coexiste con una segunda red de comunicación**

30 Prioridad:

10.07.2013 FR 1356796

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

02.08.2017

73 Titular/es:

**SAGEMCOM ENERGY & TELECOM SAS (100.0%)
250 Route de l'Empereur
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**PIGEON, NICOLAS y
SERGI, JÉRÉMIE**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 628 388 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

Transmisión de balizas en una primera red de comunicación que coexiste con una segunda red de comunicación

5 La presente invención se refiere a una transmisión de balizas por un dispositivo maestro de una primera red de comunicación definida por encima de una red de alimentación eléctrica, compartiendo la primera red de comunicación potencialmente un canal de comunicación con una segunda red de comunicación.

A menudo, las redes de alimentación eléctrica se utilizan para establecer una
10 comunicación por corrientes portadoras en línea ("Powerline Communications" en inglés). En dicho contexto, se definen redes de comunicación por encima de las redes de alimentación eléctrica. Se pueden citar, por ejemplo, las especificaciones PRIME ("PowerLine Intelligent Metering Evolution" en inglés), que permiten definir una red de comunicación jerarquizada por encima de una red de alimentación
15 eléctrica, para, por ejemplo, obtener en remoto datos de medidas realizadas por contadores eléctricos inteligentes ("smart meters" en inglés).

Se plantea entonces un problema de coexistencia en las redes de comunicación basadas en transmisiones regulares de balizas, que sirven para sincronizar los dispositivos de dichas redes de comunicación. Debido a fenómenos de diafonía, las
20 balizas transmitidas en una red de comunicación pueden propagarse en otra red de comunicación, provocando así colisiones en las transmisiones y/o fenómenos de desincronización. En efecto, teniendo en cuenta que las balizas transmiten a intervalos *a priori* regulares, el dispositivo maestro que genera las balizas no verifica si el canal de comunicación está disponible antes de transmitir las balizas. Este problema
25 de coexistencia aparece principalmente cuando varios transformadores se encuentran en una misma subestación y cuando un dispositivo maestro de una red de comunicación está instalado en cada transformador. Este problema puede también producirse cuando tales transformadores están localizados en subestaciones diferentes y cuando la red de suministro eléctrico es densa, como
30 en el caso de zonas urbanas.

El documento US2009/174532 describe un procedimiento de transmisión de balizas mediante un dispositivo maestro de una primera red de comunicación definida por encima de una red de suministro eléctrico, compartiendo la primera red potencialmente un canal de comunicación con una segunda red de comunicación.

El documento US2011/0255557 describe un método que permite la coexistencia entre dispositivos que utilizan diferentes estándares de comunicación por corrientes portadoras en un mismo canal de comunicación.

El documento US2007/097960 describe un método de coexistencia que permite la
5 coexistencia entre dos sistemas de comunicación que utilizan un mismo medio de comunicación, pero con esquemas de comunicación diferentes.

Es deseable subsanar estos diferentes inconvenientes del estado de la técnica.

Principalmente, resulta deseable encontrar una solución que permita la
10 coexistencia de redes de comunicaciones definidas por encima de las redes de alimentación eléctrica y basadas en transmisiones *a priori* periódicas de balizas para sincronizar los dispositivos de dichas redes de comunicación cuando pueden existir fenómenos de diafonías entre dichas redes de comunicación.

Es deseable también encontrar una solución que pueda ser fácilmente aplicable en el marco de las especificaciones PRIME.

15 Es muy deseable encontrar una solución que sea simple de llevar a cabo y con un bajo coste.

La invención se refiere a un procedimiento de transmisión de balizas mediante un dispositivo maestro de una primera red de comunicación definida por encima de una red de suministro eléctrico, compartiendo la primera red de comunicación
20 potencialmente un canal de comunicación con una segunda red de comunicación, estando adaptado el dispositivo maestro de la primera red de comunicación para transmitir, a intervalos *a priori* regulares, balizas para sincronizar comunicaciones con corrientes portadoras en línea en la primera red de comunicación, caracterizada porque el dispositivo maestro de la primera red de comunicación realiza las etapas
25 siguientes: escuchar el canal de comunicación para detectar eventuales balizas transmitidas en la segunda red de comunicación; cuando se ha detectado una baliza, determinar un momento de transmisión de una baliza transmitida por un dispositivo maestro de la segunda red de comunicación y determinar momentos de transmisiones futuras de balizas por el dispositivo maestro de la primera red de
30 comunicación, de modo que dichas transmisiones futuras de balizas intervienen *a priori* al mismo tiempo que transmisiones futuras de balizas por el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación. De este modo, las balizas transmitidas por el dispositivo maestro de la primera red de comunicación ocultan, desde el punto de vista de los dispositivos de la primera red de comunicación, las balizas
35 transmitidas por el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación y vice-

versa. De este modo, los riesgos de colisión y/o de desincronización se reducen notablemente y se garantiza la coexistencia de las redes de comunicación primera y segunda.

5 Según una forma de realización particular, cuando la baliza detectada ha sido emitida por el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación, el dispositivo maestro de la primera red de comunicación realiza las etapas siguientes: determinar un momento en el cual ha sido recibida la baliza detectada; tomar en cuenta dicho momento determinado en el cual ha sido recibida la baliza detectada e información de periodicidad *a priori* de transmisión de balizas, para determinar 10 dichos momentos de transmisiones futuras de balizas por dicho dispositivo maestro de la primera red de comunicación.

Según una forma de realización particular, cuando la baliza detectada ha sido emitida por un dispositivo distinto al dispositivo maestro de la segunda red de comunicación, el dispositivo maestro de la primera red de comunicación realiza las 15 etapas siguientes: determinar un momento en el cual fue recibida la baliza detectada; determinar un rango de la baliza detectada entre un conjunto de balizas que incluye una baliza *a priori* emitida por el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación; y determinar un momento en el cual el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación ha transmitido *a priori*, o va a transmitir *a priori*, una 20 baliza, a partir de dicho rango determinado e información de la duración del intervalo de tiempo atribuido a cada transmisión de baliza.

Según una forma de realización particular, después de haber activado dichas transmisiones futuras de balizas mediante el dispositivo maestro de la primera red de comunicación, el dispositivo maestro de la primera red de comunicación realiza 25 las etapas siguientes: cancelar dichas transmisiones futuras de balizas; escuchar el canal de comunicación para detectar al menos una baliza transmitida en la segunda red de comunicación; determinar un momento en el cual el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación ha transmitido *a priori*, o va a transmitir *a priori*, una baliza, en función del momento en el que ha sido detectada una baliza 30 transmitida en la segunda red de comunicación; determinar la diferencia temporal entre el momento en el que el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación ha transmitido *a priori*, o va a transmitir *a priori*, una baliza y uno de dichos momentos de transmisiones futuras de balizas mediante el dispositivo maestro de la primera red de comunicación; realizar un ajuste temporal de dichos 35 momentos de transmisiones futuras de balizas por el dispositivo maestro de la

primera red de comunicación, para compensar la diferencia temporal; y retomar la transmisión de las balizas teniendo en cuenta el ajuste temporal.

Según una forma de realización particular, las comunicaciones por corrientes portadoras en línea se establecen siguiendo las especificaciones PRIME.

5 La invención se refiere igualmente a un dispositivo maestro de una primera red de comunicación definido por encima de una red de suministro eléctrico, compartiendo la primera red de comunicación potencialmente un canal de comunicación con una segunda red de comunicación, con el dispositivo maestro de la primera red de comunicación adaptado para transmitir, a intervalos *a priori* regulares, balizas para
10 sincronizar comunicaciones con corrientes portadoras en línea en la primera red de comunicación. El dispositivo maestro de la primera red de comunicación comprende: medios para escuchar el canal de comunicación y detectar eventuales balizas transmitidas en la segunda red de comunicación; una activación cuando ha sido detectada una baliza, medios para determinar un momento de transmisión de
15 una baliza transmitida mediante un dispositivo maestro de la segunda red de comunicación; y medios para determinar momentos de transmisiones futuras de balizas por el dispositivo maestro de la primera red de comunicación, de modo que dichas transmisiones futuras de balizas intervienen *a priori* al mismo tiempo que transmisiones futuras de balizas por el dispositivo maestro de la segunda red de
20 comunicación.

La invención se refiere igualmente a un programa de ordenador que puede ser almacenado en un soporte y/o descargado de una red de comunicación, a ser leído por un procesador. Dicho programa de ordenador comprende instrucciones para llevar a cabo el procedimiento mencionado anteriormente cuando dicho programa
25 es ejecutado por el procesador. La invención se refiere también a medios de almacenamiento que comprenden dicho programa de ordenador.

Las características de la invención mencionadas anteriormente, así como otras surgirán con mayor claridad de la lectura de la descripción siguiente de un ejemplo de realización, descripción hecha en relación a las figuras adjuntas, en las cuales:

- 30 Fig. 1: ilustra esquemáticamente un sistema eléctrico en el cual puede llevarse a cabo la invención;
- Fig. 2: ilustra esquemáticamente un ejemplo de la totalidad o parte de una arquitectura material de un dispositivo del sistema eléctrico, tal como un concentrador de datos;
- 35 Fig. 3A: ilustra esquemáticamente un primer ejemplo de dos redes de comunicación jerarquizadas;

Fig. 3B: ilustra esquemáticamente un segundo ejemplo de dos redes de comunicación jerarquizadas;

Fig. 4: ilustra esquemáticamente un formato de balizas transmitidas en una red de comunicación jerarquizada;

5 Fig. 5: ilustra esquemáticamente un algoritmo de transmisión de balizas en la red de comunicación jerarquizada;

Fig. 6: ilustra esquemáticamente un algoritmo de re-sincronización en el marco de la transmisión de balizas en la red de comunicación jerarquizada.

La presente invención se detalla a continuación en el contexto de redes de comunicación jerarquizadas definidas por encima de redes de suministro eléctrico. No obstante, la presente invención se aplica también en el marco de redes de comunicación no jerarquizadas definidas por encima de redes de suministro eléctrico en las cuales dispositivos maestros respectivos transmiten balizas para permitir la sincronización de otros dispositivos en el marco de la comunicación por corrientes portadoras en línea.

La Fig. 1 ilustra esquemáticamente un sistema eléctrico en el cual puede llevarse a cabo la invención.

El sistema eléctrico de la Fig. 1 comprende una red de suministro eléctrico 100 constituida por una pluralidad de cables, con un cable dedicado al neutro y al menos un cable dedicado a al menos una fase. En el ejemplo de realización mostrado en la Fig. 1, la red de suministro eléctrico 100 es un sistema trifásico y, por tanto, está constituido por cuatro cables: un cable neutro 104, un cable de primera fase 101, un cable de segunda fase 102 y un cable de tercera fase 103. Por ello, la separación de las fases es de 120 grados entre las dos fases y sería de 180 grados en el caso de un sistema bifásico, ya que, en las redes eléctricas polifásicas, las fases generalmente se encuentran a igual distancia angular.

El sistema eléctrico de la Fig. 1 comprende además un contador eléctrico 120, es decir un dispositivo que sirve para medir la cantidad de energía eléctrica consumida por una instalación eléctrica que el contador eléctrico 120 debe supervisar. El contador eléctrico 120 está conectado a uno de los cables de fase de la red de suministro eléctrico 100 así como al cable neutro mediante conexiones respectivas 122 y 121. En este caso, se trata de un contador eléctrico monofásico. El sistema eléctrico de la Fig. 1 podría basarse en el funcionamiento de un contador eléctrico polifásico.

35 Varios contadores eléctricos están así conectados a la red de suministro eléctrico 100, algunos conectados en una fase y otros conectados a otra.

El sistema eléctrico de la Fig.1 comprende además un concentrador de datos 110 encargado de recoger los datos de medida efectuados por los contadores eléctricos conectados a la red de suministro eléctrico 100. El concentrador de datos 110 está conectado a uno de los cables de la fase de la red de suministro eléctrico 100 así como al cable neutro mediante respectivas conexiones 112 y 111. En el ejemplo de la Fig. 1 se observa que el concentrador de datos 110 y el contador eléctrico 120 están conectados a la red de suministro eléctrico 100 mediante distintas fases. El concentrador de datos 110 y el contador eléctrico 120 podrían estar conectados a la red de suministro eléctrico 100 por una misma fase, incluso por varias fases.

10 La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un ejemplo de arquitectura material de al menos una parte del contador eléctrico 120 y/o del concentrador de datos 110.

Consideremos la Fig. 2 en el marco del concentrador de datos 110. El concentrador de datos 110 comprende entonces, conectados por un bus de comunicación 220: un procesador o CPU ("Central Processing Unit" en inglés) 210; una memoria viva RAM ("Random Access Memory" en inglés) 211; una memoria muerta ROM ("Read Only Memory" en inglés) 212; una unidad de almacenamiento o un lector de soporte de almacenamiento, tal como un lector de tarjetas SD ("Secure Digital" en inglés) 213; un conjunto 214 de interfases de conexión que permite conectar el concentrador de datos 110 a la red de suministro eléctrico 100.

20 El procesador 210 es capaz de ejecutar instrucciones grabadas en la RAM 211 a partir de la ROM 212, de una memoria externa (no representada), de un soporte de almacenamiento como una tarjeta SD o de una red de comunicación. Cuando el concentrador de datos 110 tiene tensión, el procesador 210 es capaz de leer instrucciones de la RAM 211 y de ejecutarlas. Dichas instrucciones conforman un programa de ordenador que permite la activación, por parte del procesador 210, de todos o parte de los algoritmos y etapas descritos a continuación.

Todos o parte de los algoritmos y etapas descritos a continuación pueden implementarse bajo la forma de un programa informático para la ejecución de un conjunto de instrucciones por parte de una máquina programable, tal como un DSP ("Digital Signal Processor" en inglés) o un microcontrolador, o ser implementado materialmente por una máquina o un componente dedicado, tal como un FPGA ("Field-Programmable Gate Aray en inglés) o un ASIC ("Application-Specific Integrated Circuit" en inglés).

El contador eléctrico 120 puede activarse según la misma arquitectura material.

Se define una red de comunicación jerarquizada por encima de la red de suministro eléctrico 100 para permitir al concentrador de datos 110 y a los contadores eléctricos intercambiar datos mediante transmisiones por corrientes portadoras en línea. El concentrador de datos 110 representa entonces típicamente la raíz (“root”
5 en inglés) de la red de comunicación jerarquizada. A veces se le denomina también *nudo de base*. En general, el concentrador de datos 110 es *maestro* de la red de comunicación jerarquizada, es decir que el concentrador de datos 110 transmite balizas con intervalos *a priori* regulares para dar una referencia temporal que permite sincronizar los demás dispositivos de la red de comunicación jerarquizada.
10 El objetivo de dichas balizas es hacer circular la información de estructura de trama a nivel MAC (“Medium Access Control” en inglés). Cada baliza emitida por el maestro de la red de comunicación jerarquizada tiene una posición predeterminada en el seno de la estructura de trama. Así, las balizas son transmitidas por el maestro de la red de comunicación jerarquizada a intervalos de tiempo *a priori* fijos y son
15 utilizadas como mecanismo de sincronización a nivel de la capa MAC.

Para transmitir las balizas y realizar diversos procesamientos, el maestro de la red de comunicación jerarquizada dispone de un reloj interno. Dicho reloj interno puede sincronizarse con un reloj interno de otro maestro de otra red de comunicación jerarquizada mediante una referencia temporal o de frecuencia externa. Dicho reloj
20 interno puede derivar también, con respecto al reloj interno, de otro maestro de otra red de comunicación jerarquizada.

La jerarquía de la red de comunicación define así conexiones de los nudos entre sí. Se dice que un primer nudo está conectado a un segundo cuando el primer nudo utiliza dicho segundo nudo como referencia de sincronización en la red de
25 comunicación y utiliza dicho segundo nudo como relé para intercambiar datos con el concentrador de datos 110. Dicha función de relé se realiza a través de contadores eléctricos que se denominan a veces *nudos conmutadores*. La función de relé permite que un contador eléctrico se comunique con otro contador eléctrico o con el concentrador de datos 110 cuando las características de la conexión física
30 que los une (eventualmente por diafonía) no lo permiten directamente y ello aunque ambas entidades estén conectadas físicamente en una misma fase.

La Fig. 3A ilustra esquemáticamente un primer ejemplo de dos redes de comunicación jerarquizadas del mismo tipo. Una primera red de comunicación jerarquizada comprende un concentrador de datos 110' y al menos un contador
35 eléctrico 120'. El contador eléctrico 120' mostrado en la Fig. 3A está conectado directamente al concentrador de datos 110'. Una segunda red de comunicación

jerarquizada comprende el concentrador de datos 110 y al menos el contador eléctrico 120. En la Fig. 3A, el contador eléctrico 120 se muestra conectado directamente al concentrador de datos 110.

La Fig. 3B ilustra esquemáticamente un segundo ejemplo de dos redes de comunicación jerarquizadas del mismo tipo. Una primera red de comunicación jerarquizada comprende el concentrador de datos 110' y al menos dos contadores eléctricos 120' y 120''. El contador eléctrico 120' mostrado en la Fig. 3B está conectado directamente al concentrador de datos 110'. El contador eléctrico 120'' mostrado en la Fig. 3B está conectado al contador eléctrico 120', que sirve entonces de relé entre el contador eléctrico 120'' y el concentrador de datos 110'. El contador eléctrico 120' desempeña entonces el papel de *nudo conmutador*. Una segunda red de comunicación jerarquizada comprende el concentrador de datos 110 y al menos el contador eléctrico 120. En la Fig. 3B, el contador eléctrico 120 se muestra conectado directamente al concentrador de datos 110.

En las Figuras 3A y 3B, las líneas continuas representan las conexiones de nudos en sus redes de comunicación jerarquizadas respectivas. Las líneas discontinuas representan vías de diafonía que pueden originar problemas de transmisión entre la primer y segunda redes de comunicación jerarquizadas. De este modo, existe una vía de diafonía entre el concentrador de datos 110' y el concentrador de datos 110 en la Fig. 3A y una vía de diafonía entre el nudo conmutador 120' y el concentrador de datos 110 en la Fig. 3B. Debido a este fenómeno de diafonía, las primera y segunda redes de comunicación jerarquizadas comparten un mismo canal de comunicación. El concentrador de datos 110 y el contador eléctrico 120 están en condiciones entonces de recibir, mediante el fenómeno de diafonía, balizas transmitidas por el concentrador de datos 110' y/o por el contador eléctrico 120', lo que origina problemas de transmisión.

Las especificaciones PRIME se ejecutan preferentemente para permitir establecer comunicaciones en el seno de la red de comunicación jerarquizada. No obstante, un mecanismo según la presente invención se ejecuta para controlar los problemas (de transmisión) entre las dos redes de comunicación jerarquizadas, tal como se describe a continuación en relación con las Figuras 5 y 6. En efecto, en las balizas que deben ser transmitidas con intervalos *a priori* regulares, no se realiza una verificación de la disponibilidad del canal de comunicación antes de la transmisión de una baliza. Se señala que, en el marco de las especificaciones PRIME, las comunicaciones por fuera de las balizas se efectúan según un principio de CSMA/CA ("Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance"), lo que evita

las colisiones entre tales comunicaciones, también en el seno de las distintas redes de comunicación que coexisten.

La Fig. 5 ilustra esquemáticamente un algoritmo de transmisión de balizas adaptado para controlar los problemas (de transmisión) entre dos redes de comunicación jerarquizadas.

En una etapa S501, el maestro de una primera red de comunicación jerarquizada, por ejemplo el concentrador de datos 110, se activa.

En una etapa S502 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada escucha el canal de comunicación para detectar eventuales transmisiones de balizas.

En una etapa S503 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada verifica si se ha recibido al menos una baliza de una segunda red de comunicación durante un periodo de tiempo predeterminado. Si tal baliza fue detectada, se realiza una etapa S505; si no, se realiza una etapa S504.

En la etapa S504, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada considera que no existe ningún problema con otra red de comunicación jerarquizada. El maestro de la primera red transmite entonces balizas a intervalos regulares para permitir la sincronización del contador eléctrico 120 y de todo contador eléctrico de la primera red de comunicación jerarquizada. Se llega entonces al final del algoritmo.

En la etapa S505, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada considera que existe un problema con otra red de comunicación jerarquizada. El maestro de la primera red de comunicación jerarquizada determina entonces un momento de transmisión de la baliza detectada. Por ejemplo, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada registra en qué momento, según una referencia temporal interna o externa, fue recibida la baliza por parte del maestro de la primera red de comunicación jerarquizada y recupera dicho valor en la etapa S505.

En la etapa S506 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada determina un rango de emisión de la baliza detectada en el seno de un conjunto de balizas transmitidas *a priori* periódicamente en la segunda red de comunicación.

Tomando como ejemplo las especificaciones PRIME, esta información de rango está incluida en la baliza detectada. Se presenta un formato de baliza según las especificaciones PRIME en la Fig. 4. Un campo BCN.CNT indica el número de intervalos de tiempo (“time slots” en inglés) reservados por trama para transmitir balizas. Dichos intervalos de tiempo tienen duraciones fijas y típicamente iguales entre sí. El primer intervalo de tiempo en secuencia de la trama está reservado a las transmisiones de balizas por el nudo de base, es decir, el maestro de la red de comunicación jerarquizada. Un campo BCN.SLT indica el índice del intervalo de tiempo utilizado para transmitir la baliza. Por ejemplo, si el contador eléctrico 120’ que actúa como nudo conmutador está designado, por el concentrador de datos 110’ que actúa como nudo de base, para transmitir balizas en el segundo intervalo de tiempo en secuencia de la trama, dicho campo comprende el valor “1” para cada baliza transmitida por el contador eléctrico 120’.

En una etapa S507 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada determina si la baliza detectada ha sido emitida por el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada. En el ejemplo anterior basado en las especificaciones PRIME, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada determina si el valor del campo BCN.SLT de la baliza detectada es “0”. Si la baliza ha sido emitida por el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada, se efectúa una etapa S509; si no, se efectúa una etapa S508.

Conviene señalar que cuando las redes de comunicación no están jerarquizadas, es decir que solo el maestro está autorizado a transmitir balizas, el algoritmo pasa entonces directamente de la etapa S505 a la etapa S509.

En la etapa S508, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada determina un momento de transmisión de una baliza *a priori* emitida por el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada, en función del rango de la baliza detectada y de la duración de cada intervalo de tiempo dedicado a una transmisión de baliza. Por ejemplo, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada determina el momento de transmisión de la baliza emitida por el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada en la misma trama que la baliza detectada. El maestro de la primera red de comunicación jerarquizada puede, como variante, determinar un momento de transmisión de una baliza que el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada va *a priori* a emitir posteriormente. Y se efectúa la etapa S509.

En la etapa S509, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada determina momentos de transmisiones futuras de balizas por parte del maestro de

la primera red de comunicación jerarquizada para sincronizar los nudos de la primera red de comunicación jerarquizada. En otros términos, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada determina momentos futuros de inicios respectivos de tramas de la primera red de comunicación jerarquizada. El maestro
5 de la primera red de comunicación jerarquizada determina dichos momentos para emitir sus balizas en el mismo momento en que el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada emitirá *a priori* las suyas, con la periodicidad de transmisión *a priori* de las balizas predeterminadas. De este modo, desde el punto de vista de los nudos de la primera red de comunicación jerarquizada, las balizas
10 emitidas por el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada ocultan las balizas emitidas por el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada y viceversa, desde el punto de vista de los nudos de la segunda red de comunicación jerarquizada, las balizas emitidas por el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada ocultan las balizas emitidas por el maestro de la primera
15 red de comunicación jerarquizada. Se evitan así los problemas entre las dos redes de comunicación jerarquizadas.

En la etapa S510 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada transmite balizas en los momentos respectivos determinados en la etapa S509.

20 En una etapa opcional S511 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada activa una temporización T cuya duración está predeterminada en función de una variación del reloj del maestro de la primera red de comunicación jerarquizada con respecto al reloj del maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada. A continuación, se detalla en la Fig. 6 un algoritmo
25 de gestión de dicha variación.

La figura 6 ilustra esquemáticamente un algoritmo de re-sincronización en el marco de la transmisión de balizas de la Fig. 5.

En una etapa S601, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada detecta que la temporización T ha caducado.

30 En una etapa S602 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada cancela la transmisión de balizas iniciada en la etapa S510. Esto significa que una o varias tramas pueden tener lugar en la primera red de comunicación jerarquizada sin que el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada transmita balizas.

Las especificaciones PRIME definen una cantidad $N_{\text{miss-beacon}}$ de balizas consecutivas erróneas o faltantes que un contador eléctrico puede evitar antes de la separación de la red de comunicación jerarquizada. En otros términos, mientras que la suspensión de transmisión de balizas no dure más de una cantidad igual a

5 $N_{\text{miss-beacon}}$ de tramas consecutivas, el contador eléctrico no se desconecta de la primera red de comunicación jerarquizada.

En una etapa S603, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada escucha el canal de comunicación para detectar al menos una transmisión de baliza producida en la segunda red de comunicación jerarquizada.

10 En una etapa S604 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada determina un momento de transmisión de una baliza emitida por el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada. Como ya fue explicado en relación con la Fig. 5, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada puede haber detectado una baliza emitida por el maestro de la segunda red de

15 comunicación o una baliza emitida por un contador eléctrico que actúa como nudo conmutador. Como variante, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada puede determinar un momento de transmisión de una baliza que el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada va *a priori* emitir con posterioridad.

20 En una etapa S605 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada efectúa un ajuste temporal de los momentos determinados en la etapa S509, en función de una diferencia entre el momento determinado en la etapa S604 y el momento correspondiente determinado en la etapa 509. De este modo, si el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada detecta que existe una

25 diferencia temporal entre el momento en el cual hubiera tenido que transmitir una baliza y el momento en el cual el maestro de la segunda red de comunicación jerarquizada ha transmitido su baliza, entonces el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada aplica una compensación de dicha diferencia temporal para las futuras transmisiones de balizas en la primera red de comunicación

30 jerarquizada.

En una etapa S606 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación jerarquizada vuelve a transmitir balizas, compensando así la diferencia temporal determinada en la etapa S605.

En una etapa S607 siguiente, el maestro de la primera red de comunicación

35 jerarquizada reinicia la temporización T para permitir una nueva ejecución posterior del algoritmo de la Fig. 6.

Reivindicaciones

1. Procedimiento de transmisión de balizas por parte de un dispositivo maestro (110) de una primera red de comunicación definida por encima de una red de suministro eléctrico (100), compartiendo la primera red de comunicación potencialmente un canal de comunicación con una segunda red de comunicación, estando adaptado el dispositivo maestro de la primera red de comunicación para transmitir a intervalos *a priori* regulares balizas para sincronizar comunicaciones con corrientes portadoras en línea en la primera red de comunicación, llevando a cabo el dispositivo maestro de la primera red de comunicación las etapas siguientes
- escuchar (S502) el canal de comunicación para detectar eventuales balizas transmitidas en la segunda red de comunicación;
 - cuando se ha detectado una baliza, determinar (S505; S508) un momento de transmisión de una baliza transmitida por un dispositivo maestro (110') de la segunda red de comunicación; y;
- caracterizado porque el dispositivo maestro de la primera red de comunicación realiza además la etapa siguiente:
- determinar (S509) momentos de transmisiones futuras de balizas por parte del dispositivo maestro de la primera red de comunicación, de modo que dichas transmisiones futuras de balizas intervienen *a priori* al mismo tiempo que transmisiones futuras por parte del dispositivo maestro de la segunda red de comunicación.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, cuando la baliza detectada ha sido emitida por el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación, el dispositivo maestro de la primera red de comunicación realiza las etapas siguientes:
- determinar (S505) un momento en el cual fue recibida la baliza detectada y;
 - tener en cuenta dicho momento determinado en el cual fue recibida la baliza detectada y una información de periodicidad *a priori* de transmisión de balizas para determinar (S509) dichos momentos de transmisiones futuras de balizas por dicho dispositivo maestro de la primera red de comunicación.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque, cuando la baliza detectada ha sido emitida por otro dispositivo (120')

distinto al dispositivo maestro de la segunda red de comunicación, el dispositivo maestro de la primera red de comunicación realiza las etapas siguientes:

- determinar (S505) un momento en el cual ha sido recibida la baliza detectada;
- 5 - determinar (S506) un rango de la baliza detectada entre un conjunto de balizas que incluye una baliza *a priori* emitida por el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación y,
- determinar (S508) un momento en el cual el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación ha transmitido *a priori* o va a transmitir *a priori*
- 10 una baliza, a partir de dicho rango determinado y una información de duración de intervalo de tiempo atribuido a cada transmisión de baliza.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque, después de haber activado (S510) dichas transmisiones futuras de balizas por parte del dispositivo maestro de la primera red de comunicación, el dispositivo maestro de la primera red de comunicación realiza las etapas siguientes:

- suspender (S602) dichas transmisiones futuras de balizas;
- escuchar (S603) el canal de comunicación para detectar al menos una baliza transmitida en la segunda red de comunicación;
- 20 - determinar (S604) un momento en el cual el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación ha transmitido *a priori*, o va a transmitir *a priori*, una baliza, en función del momento en el cual fue detectada una baliza transmitida en la segunda red de comunicación;
- determinar una diferencia temporal entre el momento determinado en el cual el dispositivo maestro de la segunda red de comunicación ha transmitido *a priori*, o va a transmitir *a priori* una baliza y uno de dichos momentos de
- 25 futuras transmisiones de balizas por parte del dispositivo maestro de la primera red de comunicación;
- efectuar (S605) un ajuste temporal de dichos momentos de futuras transmisiones de balizas por parte del dispositivo maestro de la primera red
- 30 de comunicación, para compensar la diferencia temporal; y,
- retomar (S606) la transmisión de las balizas teniendo en cuenta el ajuste temporal.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque las comunicaciones por corrientes portadoras en línea se establecen según las especificaciones PRIME.

6. Programa de ordenador caracterizado porque comprende instrucciones para ejecutar, por parte de un dispositivo maestro de una red de comunicación, el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador de dicho dispositivo maestro.
- 5 7. Medios de almacenamiento, caracterizados porque almacenan un programa de ordenador que comprende las instrucciones para ejecutar, mediante un dispositivo maestro de una red de comunicación, el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador de dicho dispositivo maestro.
- 10 8. Dispositivo maestro (110) de una primera red de comunicación definido por encima de una red de suministro eléctrico (100), compartiendo la primera red de comunicación potencialmente un canal de comunicación con una segunda red de comunicación, estando adaptado el dispositivo maestro de la primera red de comunicación para transmitir balizas a intervalos *a priori* regulares para
- 15 sincronizar comunicaciones con corrientes portadoras en línea en la primera red de comunicación, comprendiendo el dispositivo maestro de la primera red de comunicación:
- medios para escuchar (S502) el canal de comunicación y detectar eventuales balizas transmitidas en la segunda red de comunicación;
 - 20 - activación, una vez detectada una baliza, de medios para determinar (S505; S508) un momento de transmisión de una baliza transmitida por un dispositivo maestro (110') de la segunda red de comunicación y; caracterizado porque el dispositivo de la primera red de comunicación comprende además:
 - 25 - medios para determinar (S509) momentos de futuras transmisiones de balizas por parte del dispositivo maestro de la primera red de comunicación, de modo que dichas futuras transmisiones de balizas intervienen *a priori* al mismo tiempo que futuras transmisiones de balizas por parte del dispositivo maestro de la segunda red de comunicación.

30

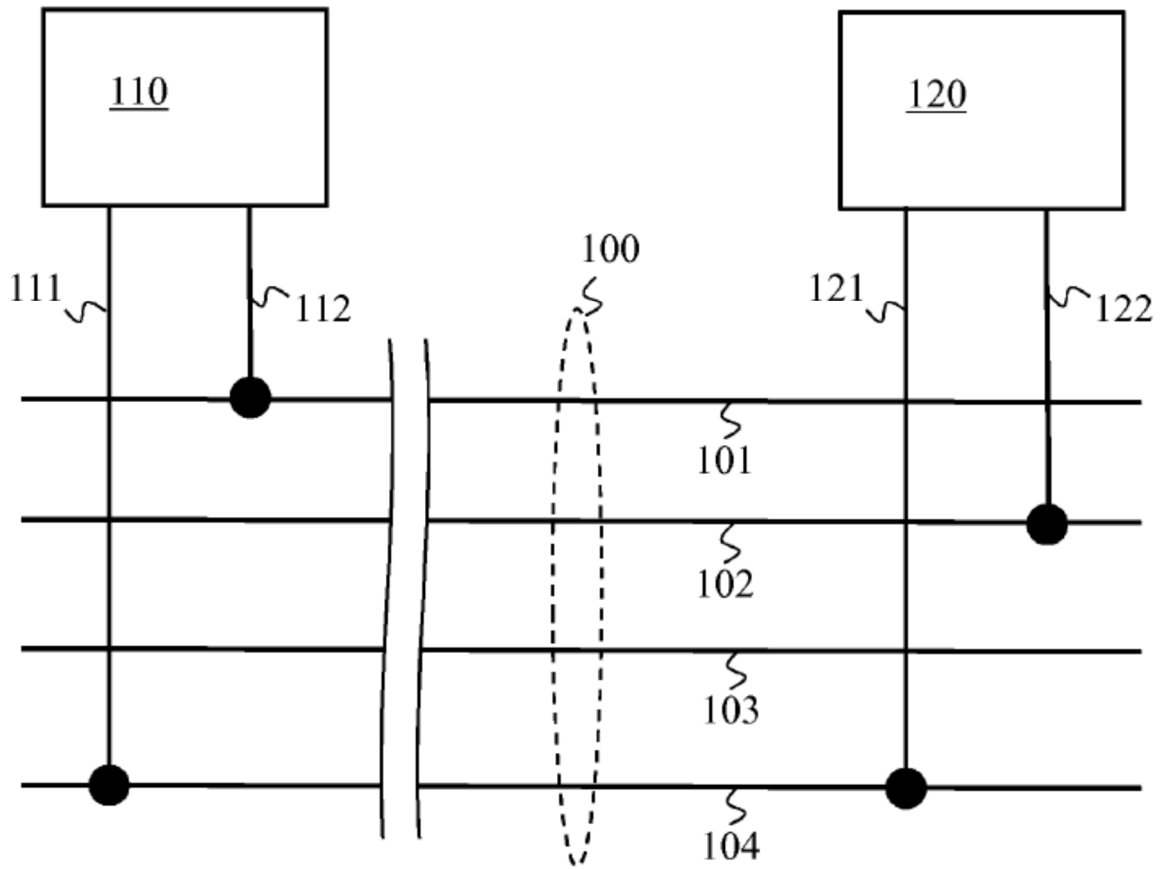


Fig. 1

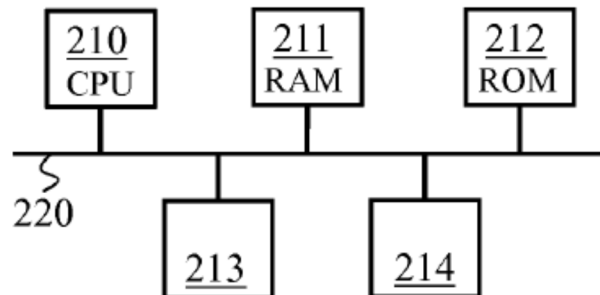


Fig. 2

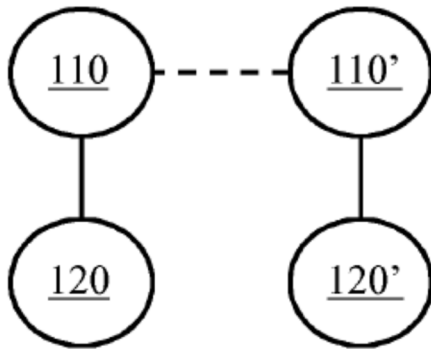


Fig. 3A

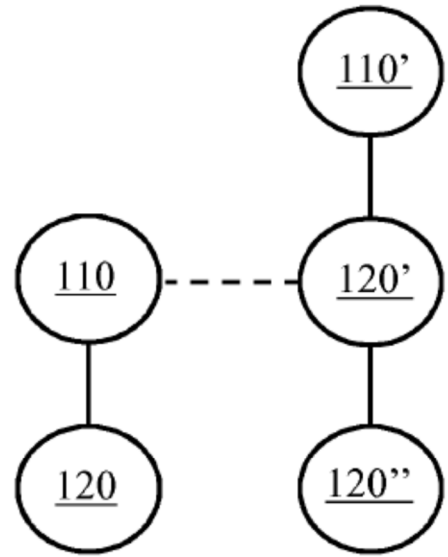


Fig. 3B

MSB											
<i>Unused</i>		HDR.HT	<i>Reserved</i>	BCN.QLTY			BCN.SID				
BCN.CNT		BCN.POS		BCN.CFP							
<i>Reserved</i>	BCN.LEVEL				BCN.SEQ			BCN.FRQ			
BCN.SNA[0]		BCN.SNA[1]									
BCN.SNA[2]		BCN.SNA[3]									
BCN.SNA[4]		BCN.SNA[5]									
BCN.UPCOST		BCN.DNCOST									
CRC[31..16]											
CRC[15..0]											
LSB											

Fig. 4

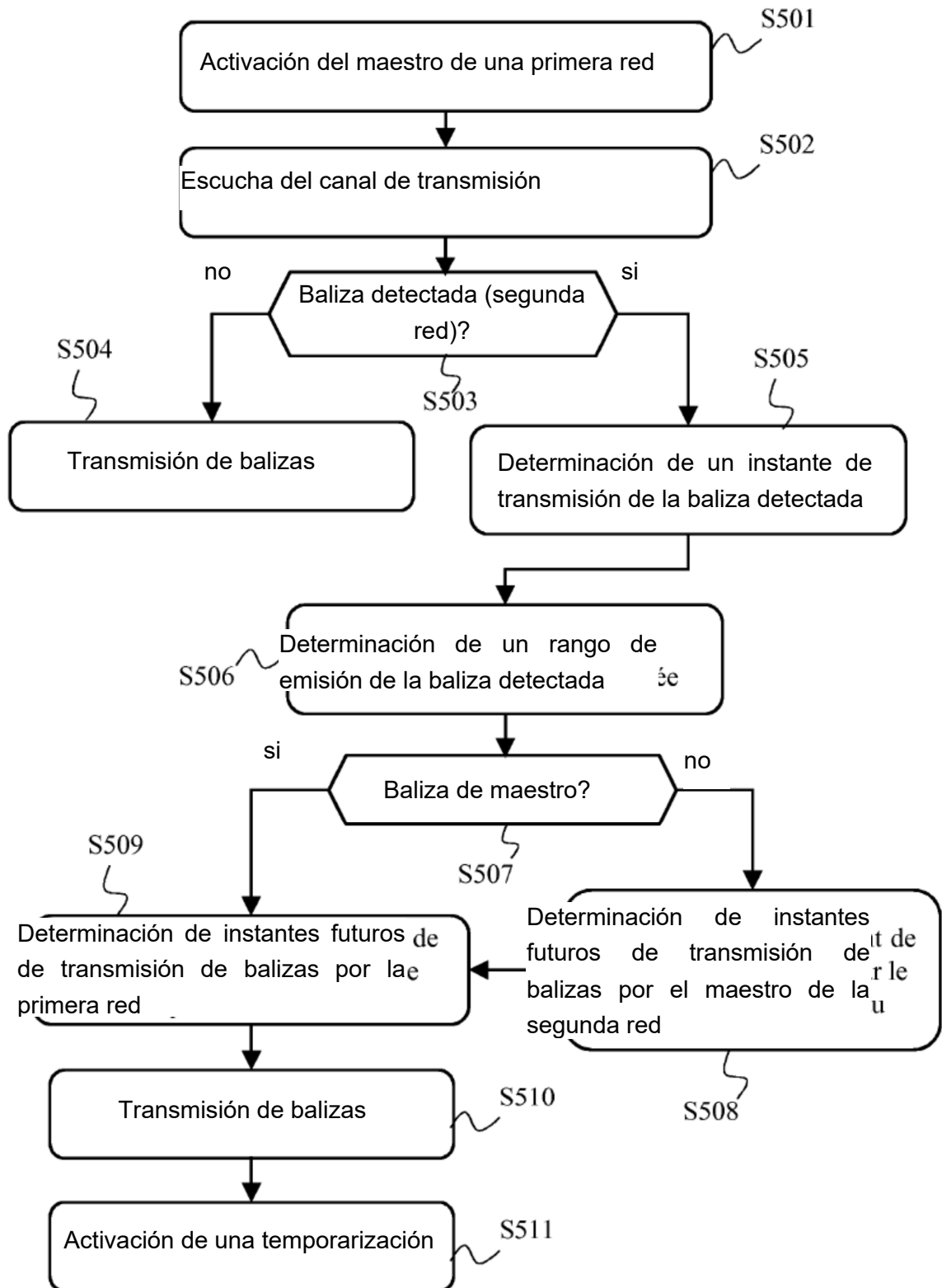


Fig. 5

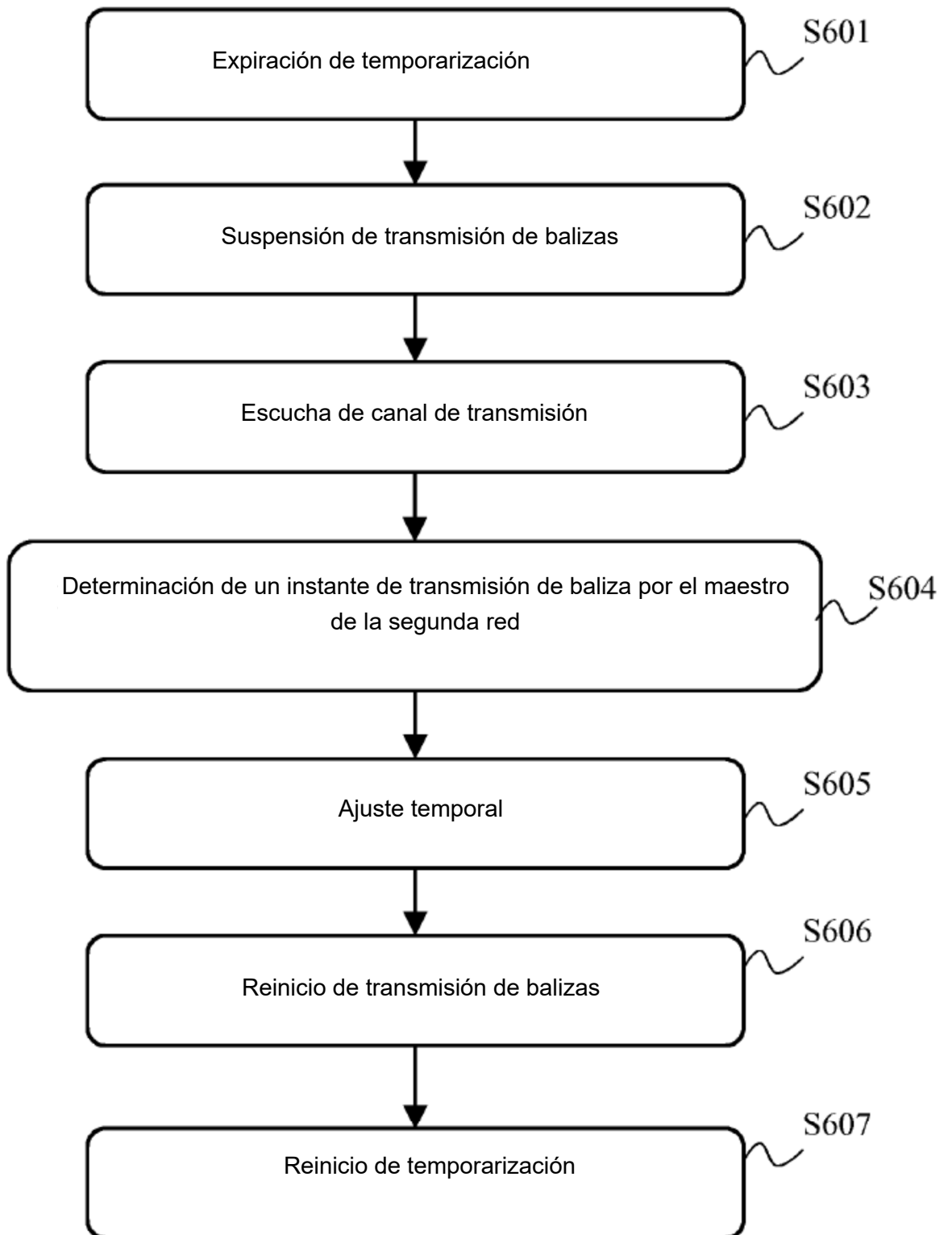


Fig. 6