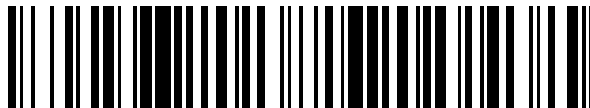


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 052**

51 Int. Cl.:

G01D 4/00 (2006.01)

H04B 3/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2014 E 14171142 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 2811262**

54 Título: **Procedimiento de decisión de conexión de un contador eléctrico con otro contador eléctrico o con un concentrador de datos**

30 Prioridad:

05.06.2013 FR 1355164

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

20.07.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TEBOULLE, HENRI y
SERGI, JÉRÉMIE**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 578 052 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 decisión de conexión de un contador eléctrico con otro contador eléctrico o con un concentrador de datos.

5 La presente invención se refiere a una conexión de un primer contador eléctrico con un segundo contador eléctrico en una red jerarquizada de comunicación definida por encima de una red polifásica de suministro eléctrico.

El documento de la técnica anterior XP028501836, N. Saputro et al., "A survey of routing protocols for smart grid communications", describe varios procedimientos de decisión de conexión de un primer contador eléctrico con un segundo contador eléctrico dentro del marco de una red polifásica de suministro eléctrico.

10 Dentro del marco de una red de suministro eléctrico de tipo AMM («Automated Meter Management» en inglés), se establecen comunicaciones entre contadores eléctricos, llamados inteligentes («smart meters» en inglés), y un concentrador de datos («Data Concentrator» en inglés), a veces llamado nodo de base («base node» en inglés), encargado de recoger datos de mediciones realizadas por los contadores eléctricos, típicamente de la energía consumida por instalaciones eléctricas respectivamente supervisadas por los indicados contadores eléctricos. Algunos de estos contadores eléctricos pueden servir de relés, a veces llamados nodos conmutadores («switch nodes» en inglés), entre el concentrador de datos y otros contadores eléctricos, a veces entonces llamados nodos terminales («terminal nodes» en inglés). Una red jerárquica de comunicación se forma entonces por encima de la red de suministro eléctrico.

20 Las redes de suministro eléctrico son típicamente polifásicas, y más particularmente trifásicas en lo que se refiere por ejemplo a Francia. El concentrador de datos se conecta entonces con una de las fases de la red de suministro eléctrico. Cada contador eléctrico está también conectado con una (al menos) de las fases de la red de suministro eléctrico. La situación es entonces tal que estos dispositivos, concentrador de datos y contadores eléctricos, están potencialmente conectados en fases diferentes. Las comunicaciones entre estos dispositivos son entonces permitidas gracias a un fenómeno de diafonía («cross-talk» en inglés) entre las diferentes fases de la red de suministro eléctrico.

25 El problema que se presenta con tal fenómeno de diafonía es su inestabilidad con el tiempo, lo cual perturba las comunicaciones en la red de comunicación.

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

30 Es particularmente deseable fiabilizar y perpetuar tanto como sea posible la definición de la red de comunicación, y fiabilizar las comunicaciones en el seno de esta red de comunicación, y de un modo general, mejorar las condiciones de transmisión en esta red de comunicación.

También es deseable proporcionar una solución que pueda ser fácilmente puesta en práctica en especificaciones PRIME («PowerLine Intelligent Metering Evolution» en inglés).

Resulta particularmente deseable proporcionar una solución que sea sencilla de poner en práctica y a bajo coste.

35 La invención se refiere a un procedimiento de decisión de conexión de un primer contador eléctrico con un segundo contador eléctrico, que sirve de relé al indicado primer contador eléctrico, en una red jerarquizada de comunicación definida por encima de una red polifásica de suministro eléctrico. El procedimiento es tal que el primer contador eléctrico realiza las etapas siguientes: obtener una primera información de fase representativa de una fase con la cual está conectado el primer contador eléctrico a la red polifásica de suministro eléctrico; obtener segundas informaciones de fase representativas de fases con las cuales están respectivamente conectados, a la red polifásica de suministro eléctrico, contadores eléctricos con los cuales el primer contador eléctrico puede ser conectado; y seleccionar el segundo contador eléctrico tomando al menos en cuenta la indicada primera información de fase y las mencionadas segundas informaciones de fase.

45 La invención se refiere igualmente a un procedimiento de decisión de conexión de un primer contador eléctrico a un segundo contador eléctrico que sirva de relé al mencionado primer contador eléctrico, en una red jerarquizada de comunicación formada por encima de una red polifásica de suministro eléctrico o a un concentrador de datos que es la raíz de la red jerarquizada de comunicación. El procedimiento es tal que el primer contador eléctrico realiza las etapas siguientes: obtener una primera información de fase representativa de una fase con la cual está conectado el primer contador eléctrico a la red polifásica de suministro eléctrico; obtener segundas informaciones de fase representativas de fases con las cuales están respectivamente conectados, a la red polifásica de suministro eléctrico, dispositivos de red jerarquizada de comunicación, siendo cada uno de entre los indicados dispositivos un contador eléctrico con el cual el primer contador eléctrico puede estar conectado o el concentrador de datos cuando el primer contador eléctrico puede estar conectado a él ; y seleccionar el dispositivo con el cual el primer contador eléctrico debe conectarse, teniendo al menos en cuenta la indicada primera información de fase y las mencionadas segundas informaciones de fase. Así, teniendo en cuenta al menos estas informaciones de fase, la utilización de

vías de diafonía en la red de comunicación está limitada. Las condiciones de transmisión en la red de comunicación se mejoran, limitando particularmente los riesgos de colisión e incrementando la estabilidad jerárquica de la red de comunicación.

5 Según un modo de realización particular, el primer contador eléctrico obtiene informaciones de niveles jerárquicos a los que los dispositivos, a los que el primer contador eléctrico puede estar conectado, pertenecen respectivamente al seno de la red jerarquizada de comunicación, y el primer contador eléctrico selecciona el dispositivo con el cual el primer contador eléctrico debe conectarse teniendo además en cuenta las indicadas informaciones de niveles jerárquicos. Así, la toma en cuenta de estos niveles jerárquicos permite privilegiar como relé un contador eléctrico al jerárquicamente más próximo de una raíz de la red de comunicación jerarquizada.

10 Según un modo de realización particular, el primer contador eléctrico obtiene informaciones representativas de lapsos de tiempo a partir de los cuales los contadores eléctricos con los que el primer contador eléctrico puede estar conectado actúan respectivamente como relé en el seno de la red jerarquizada de comunicación, y el primer contador eléctrico selecciona el dispositivo con el cual el primer contador eléctrico debe conectarse teniendo además en cuenta las indicadas informaciones representativas de lapsos de tiempo. Así, el primer contador eléctrico puede privilegiar como relé un contador eléctrico estabilizado en la red jerarquizada de comunicación.

20 Según un modo de realización particular, el primer contador eléctrico obtiene informaciones representativas de relaciones señal-ruido obtenidas por mediciones realizadas por el primer contador eléctrico sobre señales recibidas procedentes respectivamente de los dispositivos con los cuales el primer contador eléctrico puede estar conectado, y el primer contador eléctrico selecciona el dispositivo con el que el primer contador eléctrico debe conectarse teniendo además en cuenta las indicadas informaciones representativas de relaciones señal-ruido. Así, el primer contador eléctrico puede privilegiar como relé un contador eléctrico con el cual las condiciones de transmisión son de buena calidad.

25 Según un modo de realización particular, cada dispositivo al que el primer contador eléctrico puede estar conectado transmite, a una baliza, al menos la segunda información de fase representativa de la fase a la que el mencionado dispositivo está conectado a la red polifásica de suministro eléctrico. Así, un mecanismo de sincronización por baliza puede ser enriquecido para permitir al primer contador eléctrico tomar la decisión de conexión.

30 Según un modo de realización particular, un campo de la indicada baliza indica si la mencionada baliza incluye al menos la segunda información de fase representativa de la fase a la que el mencionado dispositivo está conectado a la red polifásica de suministro eléctrico, y, aun conjunto de $N_{\text{miss-beacon}}$ balizas consecutivas, donde $N_{\text{miss-beacon}}$ es representativo de un número máximo de balizas consecutivas erróneas antes de la liberación de la red jerarquizada de comunicación, el mencionado dispositivo emite un número K de balizas que incluye al menos la mencionada segunda información de fase, con $K < N_{\text{miss-beacon}}$. Así, la compatibilidad está asegurada con dispositivos que no tienen en cuenta las indicadas informaciones de fase para decidir su conexión en el seno de la red jerarquizada de comunicación.

35 Según un modo de realización particular, la mencionada segunda información de fase está incluida en un campo ex profeso de la baliza, siendo el mencionado dispositivo un contador eléctrico, comprendiendo la baliza además un campo de coste de vía desde la raíz de la red jerárquica hasta el indicado dispositivo, siendo la paridad del campo de coste de vía representativa de un lapso de tiempo a partir del cual el mencionado dispositivo actúa como relé en el seno de la red jerarquizada de comunicación. Así, la puesta en práctica es sencilla y poco intrusiva en cuanto a la finalidad inicial de la baliza y de los campos que esta baliza comprende.

45 Según un modo de realización particular, la baliza comprende además un campo de coste de vía a partir de una raíz de la red jerárquica y el mencionado dispositivo, siendo el indicado dispositivo un contador eléctrico, el mencionado dispositivo adapta el valor de dicho campo de coste de vía de tal forma que el indicado valor módulo $M \times N$ proporcione la indicada segunda información de fase y una información representativa de un lapso de tiempo a partir del cual el indicado dispositivo actúa como relé en el seno de la red jerarquizada de comunicación, con N que representa el número de fases de la red polifásica de suministro eléctrico y M que representa un número de estados que puede tomar la indicada información representativa de un lapso de tiempo. Así, la puesta en práctica es sencilla, limitando con ello el número de bits necesarios para la transmisión de informaciones de fase y de lapsos de tiempo.

50 La invención se refiere igualmente a un contador eléctrico, llamado primer contador eléctrico, adaptado para decidir una conexión de dicho primer contador eléctrico a un segundo contador eléctrico que sirve de relé al indicado primer contador eléctrico, en una red jerarquizada de comunicación formada por encima de una red polifásica de suministro eléctrico o a un concentrador de datos que es la raíz de la red jerarquizada de comunicación. El primer contador eléctrico comprende: medios para obtener una primera información de fase representativa de una fase en la cual está conectado el primer contador eléctrico en la red polifásica de suministro eléctrico; medios para obtener segundas informaciones de fase representativas de fases a las que están respectivamente conectados, en la red polifásica de suministro eléctrico, dispositivos de red jerarquizada de comunicación, siendo cada uno entre los indicados dispositivos, un contador eléctrico con el cual el primer contador eléctrico puede conectarse; y medios

para seleccionar el dispositivo con el cual el primer contador eléctrico debe conectarse, tomando al menos en cuenta la indicada primera información de fase y las mencionadas segundas informaciones de fase.

5 La invención se refiere igualmente a un programa de ordenador, que puede ser almacenamiento en un soporte y/o cargado a distancia por una red de comunicación, con el fin de ser leído por un procesador. Este programa de ordenador comprende instrucciones para implementar el procedimiento mencionado anteriormente, cuando el mencionado programa es ejecutado por el procesador. La invención se refiere igualmente a medios de almacenamiento que comprenden dicho programa de ordenador.

10 Las características de la invención mencionadas más arriba, así como otras, aparecerán más claramente en la descripción siguiente de un ejemplo de realización, realizándose la mencionada descripción en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

- La Fig. 1 ilustra esquemáticamente un sistema eléctrico en el cual la invención puede ser realizada;
- La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un ejemplo de la totalidad o de parte de una arquitectura material de un dispositivo del sistema eléctrico, tal como un contador eléctrico;
- 15 - La Fig. 3 ilustra esquemáticamente un ejemplo de red jerarquizada de comunicación formada por encima de una red de suministro eléctrico del sistema eléctrico;
- La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un algoritmo, utilizado por un contador eléctrico, de decisión de conexión de dicho contador eléctrico con otro contador eléctrico que actúa como nodo conmutador;
- La Fig. 5 ilustra esquemáticamente otro algoritmo, utilizado por un contador eléctrico, de decisión de conexión de dicho contador eléctrico con otro contador eléctrico que actúa como nodo conmutador, según un primer modo de realización;
- 20 - La Fig. 6 ilustra esquemáticamente aún otro algoritmo, utilizado por un contador eléctrico, de decisión de conexión de dicho contador eléctrico a otro contador eléctrico que actúa como nodo conmutador, según un segundo modo de realización;
- La Fig. 7 ilustra esquemáticamente un algoritmo, utilizado por un nodo conmutador, de propagación de informaciones para permitir a un contador eléctrico decidir a qué nodo conmutador se conecta;
- 25 - La Fig. 8 ilustra esquemáticamente un formato de baliza, tal como el utilizado en el marco de la propagación de informaciones de la Fig. 7.

La Fig. 1 ilustra esquemáticamente un sistema eléctrico en el cual la invención puede ser puesta en práctica.

30 El sistema eléctrico de la Fig. 1 comprende una red de suministro eléctrico 100 constituida por una pluralidad de hilos, estando un hilo asignado al neutro y estando al menos un hilo asignado a al menos una fase. En el ejemplo de realización representado por la Fig. 1, la red de alimentación eléctrica 100 es un sistema de tres fases, y está por consiguiente constituido por cuatro hilos: un hilo de neutro 104, un hilo de una primera fase 101, un hilo de una segunda fase 102 y un hilo de una tercera fase 103. La separación de las fases es por consiguiente de 120 grados entre las dos fases, y sería de 180 grados en el caso de un sistema de dos fases, ya que en las redes eléctricas polifásicas, las fases están en general a igual distancia angular.

35 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 la instalación eléctrica que el contador eléctrico 120 está encargado de supervisar. El contador eléctrico 120 está conectado a uno de los hilos de fase de la red de suministro eléctrico 100 así como al hilo neutro, mediante sendas conexiones 122 y 121. Nos encontramos, en este caso, en presencia de un contador eléctrico monofásico. El sistema eléctrico de la Fig. 1 podría basarse en la realización de un contador eléctrico polifásico.

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

45 El sistema eléctrico de la Fig. 1 comprende además un concentrador de datos 110 encargado de recoger los datos de medición realizados por los contadores eléctricos conectados con la red de suministro eléctrico 100. El concentrador de datos 110 está conectado con uno de los hilos de fase de la red de suministro eléctrico 100 así como con el hilo de neutro, mediante sendas conexiones 112 y 111. Se aprecia en el ejemplo de la Fig. 1 que el concentrador de datos 110 y el contador eléctrico 120 están conectados con la red de suministro eléctrico 100 por medio de fases distintas. El concentrador de datos 110 y el contador eléctrico 120 podrían estar conectados con la red de suministro eléctrico 100 por medio de una misma fase.

El concentrador de datos 110 y/o cada contador eléctrico podrían estar conectados con la red de suministro eléctrico 100 por medio de varias fases. En este caso, los mecanismos descritos pueden aplicarse para una de estas fases a las que el contador eléctrico 120 está conectado, o independientemente para cada una de ellas.

55 Cada uno de estos dispositivos, concentrador de datos y contadores eléctricos, tienen el conocimiento a priori de la fase con la cual el mencionado dispositivo está conectado. Eso puede ser realizado informando en el momento de la instalación, por medio de una interfaz de usuario asignada al contador eléctrico o al concentrador de datos, de la

fase con la cual el dispositivo ha sido conectado por el instalador. Otros métodos son conocidos del estado de la técnica, como por ejemplo el descrito en el documento "IEC 61334-5-1:2001, *Automatisation de la distribution à l'aide de systèmes de communication à courants porteurs – Partie 5-1: Profils des couches basses – Profil S-FSK (modulation pour saut de fréquences étalées)*" o la descrita en las especificaciones PRIME.

5 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 contador eléctrico 120. El contador eléctrico 120 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 interfaces de conexión que permiten conectar el contador eléctrico 120 con la red de suministro eléctrico 100.

El procesador 200 es capaz de ejecutar instrucciones cargadas en la RAM 211 a partir de la ROM 212, de una memoria externa (no representada), de un soporte de almacenamiento, tal como una tarjeta SD, o de una red de comunicación. Cuando el contador eléctrico 120 se pone bajo tensión, el procesador 210 es capaz de leer de la RAM 211 instrucciones y ejecutarlas. Estas instrucciones forman un programa de ordenador causando la puesta en práctica, por el procesador 210, de la totalidad o parte de los algoritmos y etapas descritas a continuación.

La totalidad o parte de los algoritmos y etapas descritos a continuación puede implementarse en forma lógica mediante la ejecución de un conjunto de instrucciones por una máquina programable, tal como un DSP («Digital Signal Processor» en inglés) o un microcontrolador, o ser implementado en forma material por una máquina o un componente ex profeso, tal como un FPGA («Field-Programmable Gate Array» en inglés) o un ASIC («Application-Specific Integrated Circuit» en inglés).

Una red jerarquizada de comunicación se forma por encima de la red de suministro eléctrico 100 para permitir al concentrador de datos 110, también llamado nodo de base, y a los contadores eléctricos intercambiar datos, gracias a corrientes portadoras en línea («Power line transmissions» en inglés). El concentrador de datos 110 es entonces la raíz («root» en inglés) de la red jerarquizada de comunicación. Las especificaciones PRIME son preferentemente utilizadas, tal y como se detalla en lo que sigue en relación con la Fig. 7.

Un ejemplo de dicha red jerarquizada de comunicación se presenta en la Fig. 3. En ella se encuentra el concentrador de datos 110, así como un conjunto ilustrativo de ocho contadores eléctricos, tales como el contador eléctrico 120.

La jerarquía de la red de comunicación define así conexiones de nodos los unos en los otros. Se dice que un primer nodo está conectado con un segundo nodo, cuando el primer nodo utiliza el indicado segundo nodo como referencia de sincronización en la red de comunicación y utiliza el indicado segundo nodo como relé para intercambiar datos con el concentrador de datos 110. Esta función de relé está asegurada por contadores eléctricos que a veces se llaman *nodos conmutadores*. La función de relé permite a un contador eléctrico comunicarse con otro contador eléctrico o con el concentrador de datos 110, si las características de la conexión física que las conecta (eventualmente por diafonía) no lo permite directamente, y esto, incluso si estas dos entidades están conectadas físicamente a una misma fase.

En la Fig. 3, los contadores eléctricos 310, 311 y 312 están directamente conectados con el concentrador de datos 110. El conjunto formado por el concentrador de datos 110 y los contadores eléctricos 310, 311 y 312 define un primer nivel, llamado «nivel 0», en la jerarquía de la red de comunicación. Un contador eléctrico 320 está conectado con el contador eléctrico 310, que sirve entonces de relé entre el contador eléctrico 320 y el concentrador de datos 110. El contador eléctrico 310 juega entonces el papel de nodo conmutador. Los contadores eléctricos 321, 322 y 323 están conectados al contador eléctrico 311, que sirve entonces de relé entre, por una parte, cada uno de los contadores eléctricos 321, 322 y 323, y, por otra parte, el concentrador de datos 110. El contador eléctrico 311 juega entonces también el papel de nodo conmutador. Ningún contador eléctrico está conectado con el contador eléctrico 312, que es entonces definido como *nodo terminal*. El conjunto formado por los contadores eléctricos 320, 321, 322 y 323 define un segundo nivel, llamado «nivel 1», en la jerarquía de la red de comunicación. Así, un contador eléctrico conectado con otro contador eléctrico en la jerarquía de la red de comunicación está asociado a un nivel que es igual al nivel con el cual está asociado el mencionado otro contador incrementado con una unidad. En otras palabras, el nivel asociado a un contador eléctrico indica el número de relés, o de nodos conmutadores, entre el indicado contador eléctrico y el concentrador de datos 110 en la jerarquía de la red de comunicación.

En la Fig. 3, las líneas representan las conexiones de nodos en la red jerarquizada de comunicación. Las líneas de trazo continuo representan conexiones de nodos conectados a una misma fase, y las líneas con trazo interrumpido representan conexiones de nodos conectados a fases distintas, es decir que estas líneas de trazo interrumpido representan vías de diafonía. Así, el nodo conmutador 311 está conectado con el nodo de base 110 por medio de una misma fase, el nodo conmutador 310 está conectado al nodo de base 110 por medio de fases distintas, y el

nodo terminal 312 está también conectado al nodo de base 110 por medio de fases distintas. Además, el nodo terminal 322 está conectado con el nodo conmutador 311 por medio de una misma fase, y los nodos terminales 321 y 323 están conectados con el nodo conmutador 311 por medio de sendas fases distintas de la fase con la cual está conectado el nodo conmutador 311. Por último, el nodo terminal 320 está conectado con el nodo conmutador 310 por medio de una misma fase.

La forma según la cual un contador eléctrico decide conectarse con el concentrador de datos 110 o con otro contador eléctrico se detalla a continuación en relación con las Figs. 4 a 6.

La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un algoritmo, utilizado por un contador eléctrico, de decisión de conexión de dicho contador eléctrico con otro contador eléctrico, o con el concentrador de datos 110, que actúa como nodo conmutador. Consideremos que el algoritmo se actúa por el contador eléctrico 120.

En una etapa S401, el contador eléctrico 120 obtiene una información de fase en la cual está conectado el contador eléctrico 120. Como ya se ha mencionado, esta información de fase puede ser proporcionada al contador eléctrico 120 en el momento de la instalación del contador eléctrico 120, o por otro medio.

En una etapa S402 siguiente, el contador eléctrico 120 escucha si hay al menos un dispositivo al cual el contador eléctrico 120 pueda conectarse en su proximidad, es decir si existe al menos un dispositivo a partir del cual el contador eléctrico 120 reciba señales. Si ningún dispositivo de este tipo existe, se realiza una etapa S403. Si al menos tal dispositivo existe, el contador eléctrico 120 puede tomar la iniciativa de pasar directamente a una etapa S405. El contador eléctrico 120 puede igualmente seleccionar la realización de la etapa S403 incluso si al menos un dispositivo con el cual el contador eléctrico 120 puede estar conectado ha sido detectado en la etapa S402.

En la etapa S403, el contador eléctrico 120 lanza una demanda de nodos conmutadores. En otras palabras, el contador eléctrico 120 lanza una búsqueda, también a veces llamada *descubrimiento*, de nodos conmutadores. Esta búsqueda puede también llevar al contador eléctrico 120 a descubrir la presencia en su proximidad del concentrador de datos 110. El contador eléctrico 120 determina así los nodos o dispositivos, de la red de comunicación que están al alcance de señales de comunicación por parte del contador eléctrico 120. Una etapa de demanda de nodos conmutadores de este tipo se describe por ejemplo en las especificaciones PRIME. Conviene tener en cuenta que un contador eléctrico que actúa como nodo terminal puede ser solicitado por el contador eléctrico 120 para actuar como nodo conmutador. A instancia del contador eléctrico 120, este nodo terminal adopta entonces el papel de nodo conmutador (se dice a veces que el nodo terminal es promovido nodo conmutador), en el cual el contador eléctrico 120 puede conectarse si es preciso. Los nodos terminales pueden desencadenar demandas de promoción de otros nodos terminales, pero la decisión es tomada por el concentrador de datos 110. Seguidamente se realiza la etapa S404.

En la etapa S404, el contador eléctrico 120 comprueba si al menos un dispositivo ha sido descubierto, por ejemplo como consecuencia de la demanda de nodos conmutadores de la etapa S403. Si tal es el caso, se realiza una etapa S405; sino se repite la etapa S403.

En la etapa S405, el contador eléctrico 120 recoge informaciones relacionadas con cada dispositivo descubierto. Estas informaciones incluyen al menos una información de fase sobre la que el mencionado dispositivo descubierto está conectado. En un modo de realización particular, esta información de fase es proporcionada, por el indicado dispositivo descubierto, a una baliza («beacon» en inglés) transmitida por el mencionado dispositivo descubierto para permitir una sincronización a nivel MAC («Medium Access Control» en inglés) de los nodos de la red de comunicación. Estas informaciones pueden además incluir una información de nivel jerárquico al cual el mencionado dispositivo descubierto pertenece al seno de la red de comunicación. En un modo de realización particular, esta información de estabilidad es también proporcionada a la baliza por el mencionado dispositivo descubierto. Estas informaciones pueden además incluir, cuando el indicado dispositivo descubierto es un nodo conmutador, una información representativa de un tiempo transcurrido desde que el indicado dispositivo descubierto ha adoptado el papel de nodo conmutador, es decir una información de estabilidad, de dicho dispositivo descubierto, en su papel de nodo conmutador. En un modo de realización particular, esta información de estabilidad es también proporcionada a la baliza por el indicado dispositivo descubierto. Estas informaciones pueden además incluir una información representativa de una calidad de señales recibidas por el contador eléctrico 120 procedentes de dicho dispositivo descubierto, como por ejemplo una relación señal-ruido SNR («Signal-to-Noise Ratio» en inglés) obtenida por mediciones realizadas por el contador eléctrico 120 sobre las señales recibidas por el contador eléctrico 120 procedentes de dicho dispositivo descubierto.

En una etapa S406 siguiente, el contador eléctrico 120 decide conectarse, dentro de la jerarquía de la red de comunicación, a uno de los dispositivos identificados como descubiertos en la etapa S402 o S404, teniendo en cuenta al menos la información de fase sobre la cual está conectado el contador eléctrico 120 y de cada información de fase sobre la cual está conectado cada dispositivo respectivo identificado como descubierto en la etapa S402 o S404. El contador eléctrico 120 puede además tener en cuenta información de nivel jerárquico de cada dispositivo descubierto y/o de la información de estabilidad de cada dispositivo (nodo conmutador) descubierto y/o de la información de calidad de las señales recibidas procedentes de cada dispositivo descubierto. Un primer modo de

realización de esta etapa de decisión se describe a continuación en relación con la Fig. 5 y un segundo modo de realización de esta etapa de decisión se describe a continuación en relación con la Fig. 6.

Hay que tomar en cuenta que en lo que sigue, el criterio de estabilidad no se aplica si la fase a la que está conectado el contador eléctrico considerado es desconocida.

5 La Fig. 5 ilustra esquemáticamente otro algoritmo, actuado por un contador eléctrico, de decisión de conexión de dicho contador eléctrico con otro contador eléctrico que actúa como nodo conmutador o con el concentrador de datos 110, según el primer modo de realización. Consideremos que el algoritmo es actuado por el contador eléctrico 120.

10 En una etapa S501, el contador eléctrico 120 obtiene una información de fase sobre la cual está conectado el contador eléctrico 120. La etapa S501 es idéntica a la etapa S401.

15 En una etapa S502 siguiente, el contador eléctrico 120 escucha si hay al menos un dispositivo al cual el contador eléctrico 120 pueda conectarse en su proximidad, es decir si existe al menos un dispositivo a partir del cual el contador eléctrico 120 reciba señales. La etapa S502 es idéntica a la etapa S402. Si no existe ningún dispositivo, se realiza una etapa S503. Si existe al menos dicho dispositivo, el contador eléctrico 120 puede tomar la iniciativa de pasar directamente a una etapa S505. El contador eléctrico 120 puede igualmente seleccionar la realización de una etapa S503, incluso si al menos un dispositivo con el cual el contador eléctrico 120 puede estar conectado ha sido detectado en la etapa S502.

20 En la etapa S503, el contador eléctrico 120 lanza una demanda de nodos conmutadores. En otras palabras, el contador eléctrico 120 lanza una búsqueda de nodos conmutadores. La etapa S503 es idéntica a la etapa S403. Seguidamente, se realiza la etapa S504.

En la etapa S504, el contador eléctrico 120 comprueba si al menos un dispositivo ha sido descubierto, por ejemplo como consecuencia de la demanda de nodos conmutadores de la etapa S503. Si tal es el caso, se realiza una etapa S505; sino, se repite la etapa S503.

25 En la etapa S505, el contador eléctrico 120 recoge informaciones relacionadas con cada dispositivo descubierto. La etapa S505 es idéntica a la etapa S405.

30 En una etapa S506 siguiente, el contador eléctrico 120 determina si, entre los dispositivos identificados como descubiertos en la etapa S502 o en la S504, al menos un dispositivo está conectado a la misma fase que el contador eléctrico 120, con una información de calidad de señales recibidas de dicho nodo conmutador representativa de una relación señal-ruido superior o igual a un primer umbral TH1. Por ejemplo, el primer umbral TH1 está fijado en 10 dB. Si tal es el caso, se realiza una etapa S507; sino, se realiza una etapa S508.

35 En la etapa S507, el contador eléctrico 120 selecciona conectarse a un dispositivo conectado a la misma fase que el contador eléctrico 120, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido superior o igual al primer umbral TH1. Cuando varios dispositivos respetan estos criterios, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos un dispositivo de nodo conmutador para el cual la información de estabilidad muestre que el indicado dispositivo de nodo conmutador tiene el papel de nodo conmutador a partir de un lapso de tiempo superior a un segundo umbral TH2 predefinido. Por ejemplo, el umbral TH2 está fijado en 4 horas. Cuando varios nodos conmutadores respeten este criterio suplementario o ningún nodo conmutador respete este criterio suplementario, el contador eléctrico 120 seleccionará, entre estos dispositivos, el de nivel jerárquico más bajo, es decir el más próximo jerárquicamente del concentrador de datos 110. Cuando varios dispositivos respeten este otro criterio suplementario, el contador eléctrico 120, seleccionará, entre estos dispositivos, el dispositivo que presenta la mejor relación señal-ruido.

45 En la etapa S508, el contador eléctrico 120 determina si, entre los dispositivos identificados como descubiertos en la etapa S502 o S504, al menos un dispositivo está conectado a una fase diferente que el contador eléctrico 120 o a una fase desconocida, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido superior o igual al primer umbral TH1. Si tal es el caso, se realiza una etapa S509; sino, se realiza una etapa S510.

50 Pueden producirse situaciones donde algunos contadores eléctricos de la red jerarquizada de comunicación no implementen la presente invención y no permitan a los demás contadores eléctricos obtener una información de fase sobre la cual los indicados contadores eléctricos están respectivamente conectados. En este caso, el contador eléctrico 120 puede no conocer la fase a la que está respectivamente conectado cada uno de los dispositivos identificados como descubiertos en la etapa S502 o S504.

En la etapa S509, el contador eléctrico 120 selecciona conectarse a un dispositivo conectado a una fase diferente que la del contador eléctrico 120 o a una fase desconocida, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido superior o igual al primer umbral TH1. Cuando varios

dispositivos respetan estos criterios, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, un dispositivo nodo conmutador para el cual la información de estabilidad muestra que el indicado dispositivo nodo conmutador tiene el papel de nodo conmutador a partir de un lapso de tiempo superior al segundo umbral TH2. Cuando varios nodos conmutadores respetan este criterio suplementario o cuando ningún nodo conmutador respeta este criterio
 5 suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, un dispositivo del más débil nivel jerárquico, es decir el más próximo jerárquicamente del concentrador de datos 110. Cuando varios dispositivos respetan este otro criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, el dispositivo que presente la mejor relación señal-ruido.

En la etapa S510, el contador eléctrico 120 determina si, entre los dispositivos identificados como descubiertos en la
 10 etapa S502 o S504, al menos uno está conectado a la misma fase que el contador eléctrico 120, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido inferior al primer umbral TH1 y superior o igual a un tercer umbral TH3. Por ejemplo, el umbral TH3 está fijado en 3 dB. Si tal es el caso, se realiza una etapa S511; sino, se realiza una etapa S512.

En la etapa S511, el contador eléctrico 120 selecciona conectarse a un dispositivo conectado a la misma fase que el
 15 contador eléctrico 120, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido inferior al primer umbral TH1 y superior o igual al tercer umbral TH3. Cuando varios dispositivos respetan estos criterios, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos uno para el cual la información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo sea representativa de la mejor relación señal-ruido. Cuando varios dispositivos presentan esta mejor relación señal-ruido, el contador eléctrico 120 selecciona, entre
 20 estos dispositivos, un dispositivo de nodo conmutador para el cual la información de estabilidad muestra que el indicado dispositivo nodo conmutador tiene el papel de nodo conmutador a partir de un lapso de tiempo superior al segundo umbral TH2. Cuando varios dispositivos respetan este criterio suplementario o cuando ningún dispositivo respeta este criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, un dispositivo de más débil nivel jerárquico, es decir el más próximo jerárquicamente del concentrador de datos 110. Cuando varios
 25 dispositivos respetan este otro criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona arbitrariamente, entre estos dispositivos, un dispositivo para conectarse.

En la etapa S512, el contador eléctrico 120 determina si, entre los dispositivos identificados como descubiertos en la
 30 etapa S502 o S504, al menos un dispositivo está conectado a una fase distinta que el contador eléctrico 120 o a una fase desconocida, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido inferior al primer umbral TH1 y superior o igual al tercer umbral TH3. Si tal es el caso, se realiza una etapa S513; sino, se considera que ningún dispositivo descubierto permite una conexión con una calidad de comunicación suficiente, y se repite la etapa S503.

En la etapa S513, el contador eléctrico 120 selecciona conectarse a un dispositivo conectado a una fase diferente
 35 que el contador eléctrico 120 o a una fase desconocida, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido inferior al primer umbral TH1 y superior o igual al tercer umbral TH3. Cuando varios dispositivos respetan estos criterios, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, uno para el cual la información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo sea representativa de la mejor relación señal-ruido. Cuando varios dispositivos presentan esta mejor relación señal-ruido, el contador
 40 eléctrico 120 selecciona entre estos dispositivos, un dispositivo de nodo conmutador para el cual la información de estabilidad muestra que el mencionado dispositivo nodo conmutador tiene el papel de nodo conmutador a partir de un lapso de tiempo superior al segundo umbral TH2. Cuando varios dispositivos respetan este criterio suplementario o cuando ningún dispositivo respeta este criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, uno del más débil nivel jerárquico, es decir lo más próximo jerárquicamente del concentrador de datos 110. Cuando varios dispositivos respetan este otro criterio suplementario, el contador
 45 eléctrico 120 selecciona arbitrariamente, entre estos dispositivos, un dispositivo para conectarse.

La Fig. 6 ilustra esquemáticamente también otro algoritmo, accionado por un contador eléctrico, de decisión de conexión de dicho contador eléctrico con otro contador eléctrico que actúa como nodo conmutador o con el concentrador de datos 110, según un segundo modo de realización. Consideremos que el algoritmo es accionado por el contador eléctrico 120.

50 En una etapa S601, el contador eléctrico 120 obtiene una información de fase sobre la cual es conectado el contador eléctrico 120. La etapa S601 es idéntica a la etapa S401.

En una etapa S602, el contador eléctrico 120 escucha si hay en su proximidad al menos un dispositivo con el cual el
 55 contador eléctrico 120 pueda conectarse, es decir, si existe al menos un dispositivo a partir del cual el contador eléctrico 120 reciba señales. La etapa S602 es idéntica a la etapa S402. Si no existe ningún dispositivo de este tipo, se realiza una etapa S603. Si al menos dicho dispositivo existe, el contador eléctrico 120 puede tomar la iniciativa de pasar directamente a una etapa S605. El contador eléctrico 120 puede igualmente seleccionar la realización de la etapa S603 incluso si al menos un dispositivo al que el contador eléctrico 120 pueda estar conectado, ha sido detectado en la etapa S602.

En la etapa S603, el contador eléctrico 120 lanza una demanda de nodos conmutadores. En otras palabras, el contador eléctrico 120 lanza una búsqueda de nodos conmutadores. La etapa S603 es idéntica a la etapa S403. Seguidamente, se realiza la etapa S604.

5 En la etapa S604, el contador eléctrico 120 comprueba si al menos un dispositivo ha sido descubierto, por ejemplo como consecuencia de la demanda de nodos conmutadores de la etapa S603. Si tal es el caso, se realiza una etapa S605; sino, se repite la etapa S603.

En la etapa S605, el contador eléctrico 120 recoge informaciones relativas a cada dispositivo descubierto. La etapa S605 es idéntica a la etapa S405.

10 En una etapa S606 siguiente, el contador eléctrico 120 determina si, entre los dispositivos identificados como descubiertos en la etapa S602 o S604, al menos uno está conectado en la misma fase que el contador eléctrico 120, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación de señal-ruido superior o igual al primer umbral TH1. Como ya se ha mencionado, el primer umbral TH1 está fijado por ejemplo en 10 dB. Si tal es el caso, se realiza una etapa S607; sino, se realiza una etapa S608.

15 En la etapa S607, el contador eléctrico 120 selecciona conectarse a un dispositivo conectado en la misma fase que el contador eléctrico 120, con una información de calidad de señales recibidas del mencionado dispositivo representativa de una relación señal-ruido superior o igual al primer umbral TH1. Cuando varios dispositivos respetan estos criterios, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, un dispositivo de nodo conmutador para el cual la información de estabilidad muestre que el indicado dispositivo de nodo conmutador tiene el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo superior al segundo umbral TH2. Como ya se ha
20 mencionado, el umbral TH2 está por ejemplo fijado en 4 horas. Cuando varios dispositivos respetan este criterio suplementario o cuando ningún dispositivo respeta este criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, uno del nivel jerárquico más bajo, es decir lo más próximo jerárquicamente del concentrador de datos 110. Cuando varios dispositivos respetan este otro criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, el dispositivo que presenta la mejor relación señal-ruido.

25 En la etapa S608, el contador eléctrico 120 determina si, entre los dispositivos identificados como descubiertos en la etapa S602 o S604, al menos un dispositivo está conectado en la misma fase que el contador eléctrico 120, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido inferior al primer umbral TH1 y superior o igual al tercer umbral TH3. Como ya se ha mencionado, el umbral TH3 está por ejemplo fijado en 3 dB. Si tal es el caso, se realiza una etapa S609; sino, se realiza una etapa S610.

30 En la etapa S609, el contador eléctrico 120 selecciona conectarse a un dispositivo conectado en la misma fase que el contador eléctrico 120, con una información de calidad de señales recibidas del mencionado dispositivo representativa de una relación señal-ruido inferior al primer umbral TH1 y superior o igual al tercer umbral TH3. Cuando varios dispositivos respetan estos criterios, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, uno para el cual la información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo sea representativa de la mejor
35 relación señal-ruido. Cuando varios dispositivos presentan esta mejor relación señal-ruido, el contador eléctrico 120 selecciona, entre ellos, un dispositivo de nodo conmutador para el cual la información de estabilidad muestre que el indicado nodo conmutador tiene el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo superior al segundo umbral TH2. Cuando varios dispositivos respetan este criterio suplementario o cuando ningún dispositivo respeta este criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, uno de nivel jerárquico más
40 bajo, es decir el más próximo jerárquicamente del concentrador de datos 110. Cuando varios dispositivos respetan este otro criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona arbitrariamente, entre estos dispositivos, un dispositivo para conectarse.

45 En la etapa S610, el contador eléctrico 120 determina si, entre los dispositivos identificados como descubiertos en la etapa S602 o S604, al menos uno está conectado en una fase diferente que el contador eléctrico 120 o en una fase desconocida, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido superior o igual al primer umbral TH1. Si tal es el caso, se realiza una etapa S611; sino, se realiza una etapa S612.

50 Como ya se ha mencionado, pueden existir situaciones en las que algunos contadores eléctricos de la red jerarquizada de comunicación no implementen la presente invención y no permitan a los demás contadores eléctricos obtener una información de fase sobre la cual los indicados contadores eléctricos están respectivamente conectados. En este caso, el contador eléctrico 120 puede no conocer la fase con la cual está respectivamente conectado cada uno de los dispositivos identificados como descubiertos en la etapa S602 o S604.

55 En la etapa S611, el contador eléctrico 120 selecciona conectarse a un dispositivo conectado en una fase diferente que el contador eléctrico 120 o en una fase desconocida, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido superior o igual al primer umbral TH1. Cuando varios dispositivos respetan estos criterios, el contador eléctrico 120 selecciona, entre ellos, un dispositivo de nodo conmutador para el cual la información de estabilidad muestre que el indicado dispositivo de nodo conmutador tiene

el papel de nodo conmutador a partir de un lapso de tiempo superior al segundo umbral TH2. Cuando varios dispositivos respetan este criterio suplementario o cuando ningún dispositivo respeta este criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, uno del más bajo nivel jerárquico, es decir lo más próximo jerárquicamente del concentrador de datos 110. Cuando varios dispositivos respetan este otro criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, el que presente la mejor relación señal-ruido.

En la etapa S612, el contador eléctrico 120 determina si, entre los dispositivos identificados como descubiertos en la etapa S602 o S604, al menos uno está conectado en una fase diferente que el contador eléctrico 120 o en una fase desconocida, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido inferior al primer umbral TH1 y superior o igual al tercer umbral TH3. Si tal es el caso, se realiza una etapa S613; sino, se considera que ningún dispositivo descubierto permite una conexión con una calidad de comunicación suficiente, y se repite la etapa S603.

En la etapa S613, el contador eléctrico 120 selecciona conectarse a un dispositivo conectado en una fase diferente que el contador eléctrico 120 o en una fase desconocida, con una información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo representativa de una relación señal-ruido inferior al primer umbral TH1 y superior o igual al tercer umbral TH3. Cuando varios dispositivos respetan estos criterios, el contador eléctrico 120 selecciona, entre ellos, uno para el cual la información de calidad de señales recibidas de dicho dispositivo sea representativa de la mejor relación señal-ruido. Cuando varios dispositivos presentan esta mejor relación señal-ruido, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, uno de nodo conmutador para el cual la información de estabilidad muestre que el indicado dispositivo de nodo conmutador tiene el papel de nodo conmutador a partir de un lapso de tiempo superior al segundo umbral TH2. Cuando varios dispositivos respetan este criterio suplementario o cuando ningún dispositivo respeta este criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona, entre estos dispositivos, uno del más bajo nivel jerárquico, es decir el más próximo jerárquicamente del concentrador de datos 110. Cuando varios dispositivos respetan este otro criterio suplementario, el contador eléctrico 120 selecciona arbitrariamente, entre estos dispositivos, un dispositivo para conectarse.

La Fig. 7 ilustra esquemáticamente un algoritmo, accionado por un nodo conmutador, de propagación de informaciones para permitir a un contador eléctrico decidir a qué nodo conmutador conectarse. En otras palabras, el algoritmo de la Fig. 7 permite al contador eléctrico obtener informaciones relativas al nodo conmutador. El algoritmo de la Fig. 7 es también preferentemente utilizado por el concentrador de datos 110. Consideremos que el algoritmo es accionado por el contador eléctrico 120, siendo entonces el contador eléctrico 120 un nodo conmutador.

En una etapa S701, el contador eléctrico 120 obtiene una información de fase en la cual está conectado el contador eléctrico 120. Como ya se ha mencionado, esta información de fase puede ser suministrada al contador eléctrico 120 en el momento de la instalación del contador eléctrico 120, o por otro medio. El contador eléctrico 120 puede además obtener informaciones complementarias, tales como una información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el contador eléctrico 120 ha adquirido el papel de nodo conmutador.

En una etapa S702 siguiente, el contador eléctrico 120 prepara un envío de baliza. Un ejemplo de formato de baliza conforme a las especificaciones PRIME está representado en la Fig. 8. Conviene particularmente tomar en cuenta que el campo BCN.LEVEL permite al contador eléctrico 120 indicar el nivel jerárquico, de la red de comunicación, a la cual pertenece el contador eléctrico 120.

En una etapa S703 siguiente, el contador eléctrico 120 modifica la baliza para al menos incluir la indicada información de fase en la cual está conectado el contador eléctrico 120. El contador eléctrico 120 puede además modificar la baliza para incluir la mencionada información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el contador eléctrico 120 ha adquirido el papel de nodo conmutador.

En un primer modo de realización de la etapa S703, el contador eléctrico 120 modifica el campo matizado en gris en la Fig. 8 en la tercera palabra de 16 bits del bloque de datos protocolarios PDU («Protocol Data Unit» en inglés) para comunicar la información de fase en la cual el contador eléctrico 120 está conectado, cuando la red de suministro eléctrico 100 es trifásica. Este campo es un campo de dos bits actualmente reservado, para un uso futuro, de las especificaciones PRIME. Los contadores eléctricos implementan las especificaciones PRIME pero no tener conocimiento de la presente invención se esperan a que este campo sea puesto a cero. Los otros tres valores posibles de este campo pueden entonces ser utilizados para comunicar la información de fase en la cual el contador eléctrico 120 está conectado. Por ejemplo, el valor binario «01» puede indicar que el contador eléctrico 120 está conectado en la primera fase de la red trifásica de suministro eléctrico, el valor binario «10» puede indicar que el contador eléctrico 120 está conectado en la segunda fase de la red trifásica de suministro eléctrico y el valor binario «11» puede indicar que el contador eléctrico 120 está conectado en la tercera fase de la red trifásica de suministro eléctrico.

En este primer modo de realización de la etapa S703, el contador eléctrico 120 puede además modificar el campo BCN.DNCOST del bloque de datos protocolarios PDU de la Fig. 8 para proporcionar la información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el contador eléctrico 120 ha tomado su papel de nodo conmutador. En

las especificaciones PRIME, el campo BCN.DNCOST se utiliza para proporcionar una información de coste de enlace descendente («down link» en inglés) desde el nodo de base hasta el nodo conmutador que emite la baliza: cuanto más bajo es el valor del campo BCN.DNCOST, mejor es la calidad del enlace descendente. El bitio de peso bajo puede ser utilizado para proporcionar la información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el contador eléctrico 120 ha adquirido su papel de nodo conmutador. Por ejemplo, si el bitio de peso bajo se pone a «0», eso significa que el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo superior o igual al segundo umbral TH2, y si el bitio de peso bajo se pone en «1», eso significa que el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo inferior al segundo umbral TH2. De una manera general, la paridad del campo BCN.DNCOST es entonces representativa del lapso de tiempo desde el cual el mencionado contador eléctrico 120 actúa como nodo conmutador.

En un segundo modo de realización de la etapa S703, el contador eléctrico 120 modifica el campo BCN.DNCOST del bloque de datos protocolarios PDU de la Fig. 8 para comunicar la información de fase en la cual el contador eléctrico 120 está conectado. En el marco de una red trifásica de suministro eléctrico, un módulo 3 puede entonces ser utilizado sobre el valor del campo BCN.DNCOST, ya que tres valores son posibles para la información de fase. Más generalmente, para una red polifásica de suministro eléctrico, un módulo N puede ser utilizado sobre el valor del campo BCN.DNCOST, siendo N es el número de fases de la red polifásica de suministro eléctrico. Así, el contador eléctrico 120 adapta el valor del campo BCN.DNCOST de modo que este valor de módulo N sea representativo de la fase en la cual está conectado el contador eléctrico 120. Un contador eléctrico que recibe una baliza así modificada aplica un módulo N sobre el valor del campo BCN.DNCOST para determinar la fase en la cual está conectado el nodo conmutador que ha emitido la baliza.

Según un tercer modo de realización de la etapa S703, el contador eléctrico 120 modifica el campo BCN.DNCOST del bloque de datos protocolarios PDU de la Fig. 8 para comunicar la información de fase en la cual el contador eléctrico 120 está conectado y para proporcionar la información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el contador eléctrico 120 ha adoptado su papel de nodo conmutador. En el marco de una red trifásica de suministro eléctrico, un módulo 6 puede entonces ser utilizado sobre el valor del campo BCN.DNCOST, ya que tres valores son posibles para la información de fase y dos valores pueden bastar para la información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el contador eléctrico 120 ha adoptado su papel de nodo conmutador. Más generalmente, para una red polifásica de suministro eléctrico, un módulo MxN puede ser utilizado sobre el valor del campo BCN.DNCOST, en que N es el número de fases de la red polifásica de suministro eléctrico y M es el número de estados que puede tomar la información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el mencionado nodo conmutador ha adoptado su papel de nodo conmutador. Un contador eléctrico que recibe una baliza así modificada aplica un módulo MxN sobre el valor del campo BCN.DNCOST para determinar la fase en la cual está conectado el nodo conmutador que ha emitido la baliza, así como la información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el mencionado nodo conmutador ha adoptado su papel de nodo conmutador. Por ejemplo, en el caso de una red trifásica (N=3) de suministro eléctrico en que dos valores (M=2) bastan para caracterizar la información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el contador eléctrico 120 ha adoptado su papel de nodo conmutador: si el valor del campo BCN.DNCOST módulo 6 da 0, eso significa que el contador eléctrico 120 está conectado en la primera fase de la red trifásica de suministro eléctrico y que el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo superior o igual al segundo umbral TH2; si el valor del campo BCN.DNCOST módulo 6 da 1, eso significa que el contador eléctrico 120 está conectado en la segunda fase de la red trifásica de suministro eléctrico y que el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo superior o igual al segundo umbral TH2; si el valor del campo BCN.DNCOST módulo 6 da 2, eso significa que el contador eléctrico 120 está conectado en la tercera fase de la red trifásica de suministro eléctrico y que el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo superior o igual al segundo umbral TH2; si el valor del campo BCN.DNCOST módulo 6 da 3, eso significa que el contador eléctrico 120 está conectado en la primera fase de la red trifásica de suministro eléctrico y que el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo inferior al segundo umbral TH2; si el valor del campo BCN.DNCOST módulo 6 da 4, eso significa que el contador eléctrico 120 está conectado en la segunda fase de la red trifásica de suministro eléctrico y que el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo inferior al segundo umbral TH2; y si el valor del campo BCN.DNCOST módulo 6 da 5, eso significa que el contador eléctrico 120 está conectado en la tercera fase de la red trifásica de suministro eléctrico y que el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo inferior al segundo umbral TH2.

Preferentemente, el contador eléctrico 120 modifica el valor del campo BCN.DNCOST de tal forma que, para una misma vía, este valor modificado es más pequeño cuando el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo superior o igual al segundo umbral TH2 que cuando el contador eléctrico 120 juega el papel de nodo conmutador a partir de un lapsode tiempo inferior al segundo umbral TH2.

Cuando el contador eléctrico 120 modifica el valor del campo BCN.DNCOST, el contador eléctrico 120 debe asegurarse de que este valor está comprendido entre un límite mínimo, es decir «0», y un límite máximo, es decir «255», tales como se han definido en las especificaciones PRIME.

En una etapa S704 siguiente, el contador eléctrico 120 transmite la baliza modificada.

Según un modo de realización particular, el contador eléctrico 120 modifica el campo matizado en gris en la Fig. 8 en la primera palabra de 16 bits del bloque de datos protocolarios PDU para indicar que la baliza comprende al menos una información de fase en la cual está conectado el contador eléctrico 120. Este campo es un campo de un bitio actualmente reservado, para un uso futuro, de las especificaciones PRIME. Los contadores eléctricos implementan las especificaciones PRIME al no tener conocimiento de la presente invención se esperan a que este campo sea puesto a cero. El otro vapor posible, es decir «1», de este campo puede entonces ser utilizado para indicar que la baliza comprende al menos una información de fase en la cual está conectado el contador eléctrico. Así, cuando un contador eléctrico recibe una baliza, analizando este campo, el mencionado contador eléctrico es capaz de determinar si la baliza comprende la información de fase en la cual está conectado el nodo conmutador que ha emitido la baliza y potencialmente la información representativa del lapso de tiempo transcurrido desde que el indicado nodo conmutador ha adoptado su papel de nodo conmutador. Así, la presente invención puede ser utilizada en el seno de una red de comunicación que comprenda contadores eléctricos que no tengan conocimiento de la presente invención.

Además, indicando si la baliza comprende al menos una información de fase en la cual está conectado el contador eléctrico 120, eso permite al contador eléctrico no aplicar las modificaciones de la etapa S703 en cada baliza a transmitir. En efecto, las especificaciones PRIME definen un parámetro $N_{\text{miss-beacon}}$ que representa el número máximo de balizas erróneas que puede recibir un contador eléctrico sin desconectarse de la red. Así, cuando $N_{\text{miss-beacon}}$ balizas erróneas son sucesivamente recibidas por el nodo conmutador con el cual el mencionado contador eléctrico está conectado, el mencionado contador eléctrico se desconecta de la red de comunicación. Resulta entonces ventajoso que el contador eléctrico 120 que juega el papel de nodo conmutador solo modifique un número, inferior a $N_{\text{miss-beacon}}$, de balizas modificadas sucesivas, por ejemplo tres de cinco.

Según un modo de realización particular, un contador eléctrico que recibe un número $K > N_{\text{miss.beacon}}$ de balizas sucesivas por parte del nodo conmutador con el cual el mencionado contador eléctrico está conectado, puede decidir no tener ya en cuenta la fase en la cual está conectado el mencionado contador eléctrico y las fases a las cuales están conectados los nodos conmutadores descubiertos para decidir en que nodo conmutador conectarse. Por ejemplo, $K=10$.

Así, teniendo en cuenta las fases en las cuales están conectados los contadores eléctricos, la utilización de vías de diafonía está limitada. Tomando de nuevo el ejemplo de red jerarquizada de comunicación de la Fig. 3, la realización de la invención puede permitir conectar el nodo terminal 321 al nodo conmutador 310, considerando que el nodo terminal 321 y el nodo conmutador 310 están conectados en una misma fase, y conectar el nodo terminal 323 con el nodo conmutador 312, considerando que el nodo terminal 323 y el nodo conmutador 312 están conectados en una misma fase. Las condiciones de transmisión en la red jerarquizada de comunicación se mejoran así.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Procedimiento de decisión de conexión de un primer contador eléctrico (120) a un segundo contador eléctrico que sirve de relé al mencionado primer contador eléctrico en una red jerarquizada de comunicación tomada por encima de una red polifásica de suministro eléctrico (100) o a un concentrador de datos (110) que es la raíz de la red jerarquizada de comunicación, caracterizado porque el primer contador eléctrico realiza las etapas siguientes:
- obtener (S401) una primera información de fase representativa de una fase en la cual está conectado el primer contador eléctrico a la red polifásica de suministro eléctrico;
 - obtener (S405) segundas informaciones de fase representativas de fases a las que están respectivamente conectados, en la red polifásica de suministro eléctrico, dispositivos de la red jerarquizada de comunicación, siendo cada uno entre los indicados dispositivos un contador eléctrico con el cual el primer contador eléctrico puede estar conectado o el concentrador de datos cuando el primer contador eléctrico puede estar conectado al mismo; y
 - seleccionar (S406) el dispositivo con el cual el primer contador eléctrico debe conectarse, teniendo al menos en cuenta la indicada primera información de fase y las mencionadas segundas informaciones de fase.
- 10 **2.** Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el primer contador eléctrico obtiene informaciones de niveles jerárquicos en los cuales los dispositivos, con los cuales el primer contador eléctrico puede conectarse, pertenecen respectivamente al seno de la red jerarquizada de comunicación, y porque el primer contador eléctrico selecciona el dispositivo con el cual el primer contador eléctrico debe conectarse teniendo además en cuenta las indicadas informaciones de niveles jerárquicos.
- 20 **3.** Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el primer contador eléctrico obtiene informaciones representativas de lapsos de tiempo a partir de los cuales los contadores eléctricos con los cuales el primer contador eléctrico puede estar conectado actúan respectivamente como relé en el seno de la red jerarquizada de comunicación, y porque el primer contador eléctrico selecciona el dispositivo con el cual el primer contador eléctrico debe conectarse teniendo además en cuenta las mencionadas informaciones representativas de lapsos de tiempo.
- 25 **4.** Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el primer contador eléctrico obtiene informaciones representativas de relaciones señal-ruido obtenidas por mediciones realizadas por el primer contador eléctrico en señales recibidas provenientes respectivamente de los dispositivos con los cuales el primer contador eléctrico puede estar conectado, y porque el primer contador eléctrico selecciona el dispositivo con el cual el primer contador eléctrico debe conectarse teniendo además en cuenta las indicadas informaciones representativas de relaciones señal-ruido.
- 30 **5.** Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque cada dispositivo con el cual el primer contador eléctrico puede estar conectado transmite (S704), en una baliza, al menos la segunda información de fase representativa de la fase con la cual el mencionado dispositivo está conectado a la red polifásica de suministro eléctrico.
- 35 **6.** Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque un campo de la mencionada baliza indica si la misma incluye al menos la segunda información de fase representativa de la fase a la cual el mencionado dispositivo está conectado a la red polifásica de suministro eléctrico, y porque, en un conjunto de $N_{\text{miss-beacon}}$ balizas consecutivas, donde $N_{\text{miss-beacon}}$ es representativo de un número máximo de balizas consecutivas erróneas antes de la liberación de la red jerarquizada de comunicación, el indicado dispositivo emite un número K de balizas que incluyen al menos la mencionada segunda información de fase, con $K < N_{\text{miss-beacon}}$.
- 40 **7.** Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 y 6, caracterizado porque la indicada segunda información de fase se incluye en un campo ex profeso de la baliza, y porque, siendo el mencionado dispositivo un contador eléctrico, la baliza que comprende además un campo de coste de vía desde la raíz de la red jerárquica hasta el mencionado dispositivo, la paridad del campo de coste de vía es representativa de un lapsode tiempo a partir del cual el mencionado dispositivo actúa como relé en el seno de la red jerarquizada de comunicación.
- 45 **8.** Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 y 6, caracterizado porque, la baliza que comprende además un campo de coste de vía a partir de una raíz de la red jerárquica y el mencionado dispositivo, al ser el indicado dispositivo un contador eléctrico, el mencionado dispositivo adapta el valor de dicho campo de coste de vía de tal forma que el indicado valor módulo $M \times N$ proporciona la mencionada segunda información de fase y una información representativa de un lapsode tiempo a partir del cual el mencionado dispositivo actúa como relé en el seno de la red jerarquizada de comunicación, siendo N el número de fases de la red polifásica de suministro eléctrico y M un número de estados que puede adoptar la indicada información representativa de un lapsode tiempo.
- 50

9. Programa de ordenador, caracterizado porque comprende instrucciones para realizar, mediante un contador eléctrico, el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, cuando el mencionado programa es ejecutado por un procesador de dicho contador eléctrico.

5 10. Medios de almacenamiento, caracterizados porque almacenan un programa de ordenador que comprende instrucciones para realizar, mediante un contador eléctrico, el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, cuando el indicado programa es ejecutado por un procesador de dicho contador eléctrico.

10 11. Contador eléctrico (120), llamado primer contador eléctrico, adaptado para decidir una conexión de dicho primer contador eléctrico con un segundo contador eléctrico que sirva de relé al indicado primer contador eléctrico, en una red jerarquizada de comunicación formada por encima de una red polifásica de suministro eléctrico (100) o a un concentrador de datos (110) que seala raíz de la red jerarquizada de comunicación, caracterizado porque el primer contador eléctrico comprende:

- medios para obtener (S401) una primera información de fase representativa de una fase con la cual está conectado el primer contador eléctrico a la red polifásica de suministro eléctrico;

15 - medios para obtener (S405) segundas informaciones de fase representativas de fases con las cuales están respectivamente conectados, en la red polifásica de suministro eléctrico, dispositivos de la red jerarquizada de comunicación, siendo cada uno entre los indicados dispositivos un contador eléctrico al cual el primer contador eléctrico puede ser conectado o el concentrador de datos cuando el primer contador eléctrico puede estar conectado al mismo; y

20 - medios para seleccionar (S406) el dispositivo con el cual el primer contador eléctrico debe conectarse, teniendo al menos en cuenta la indicada primera información de fase y las indicadas segundas informaciones de fase.

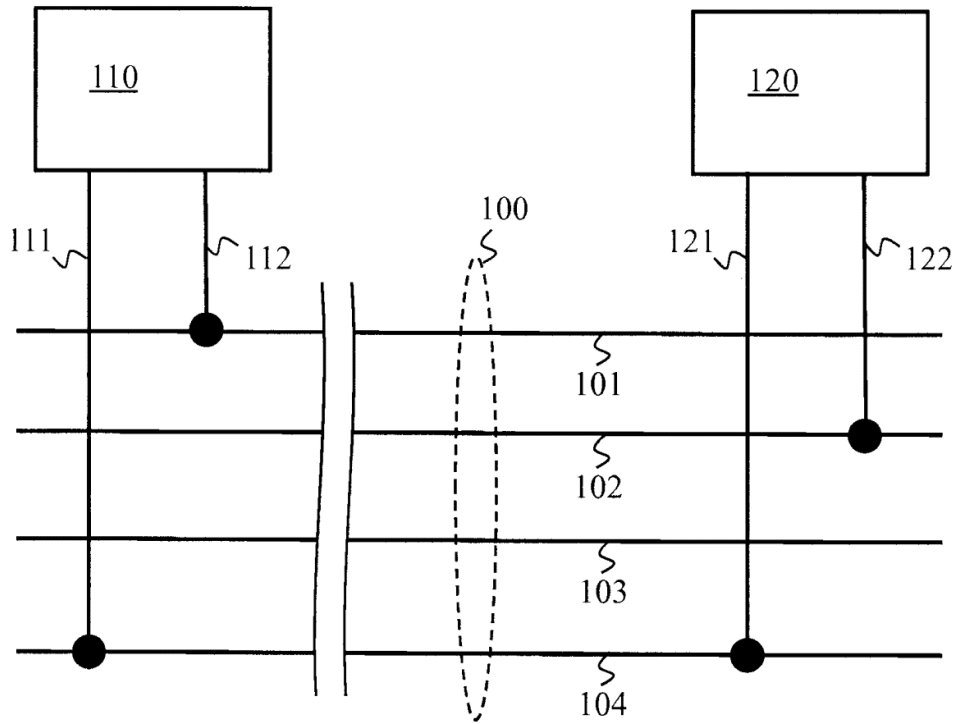


Fig. 1

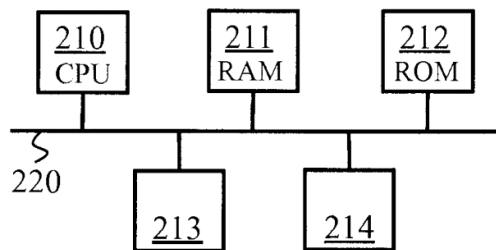


Fig. 2

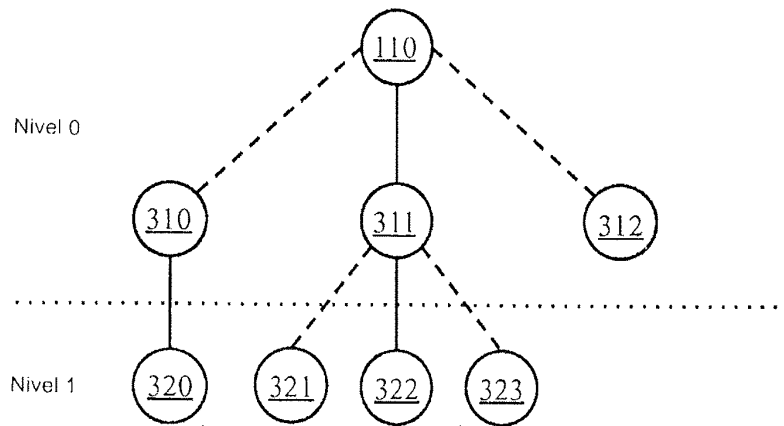


Fig. 3

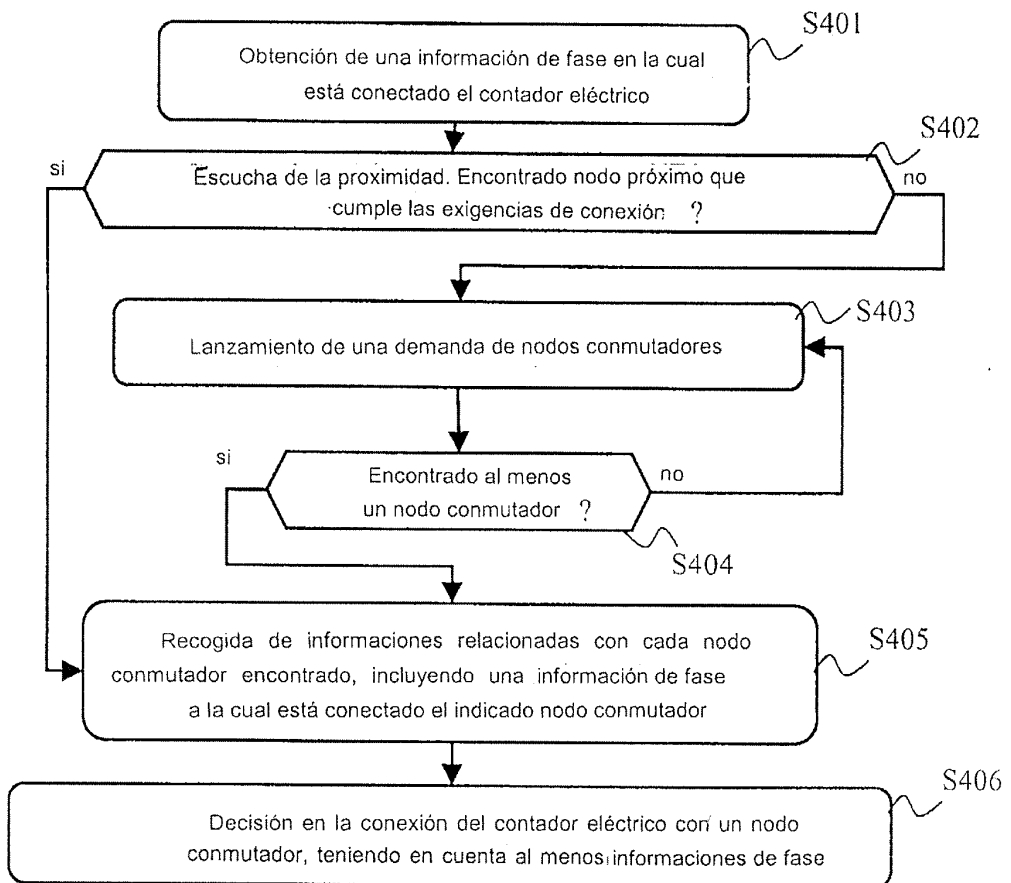


Fig. 4

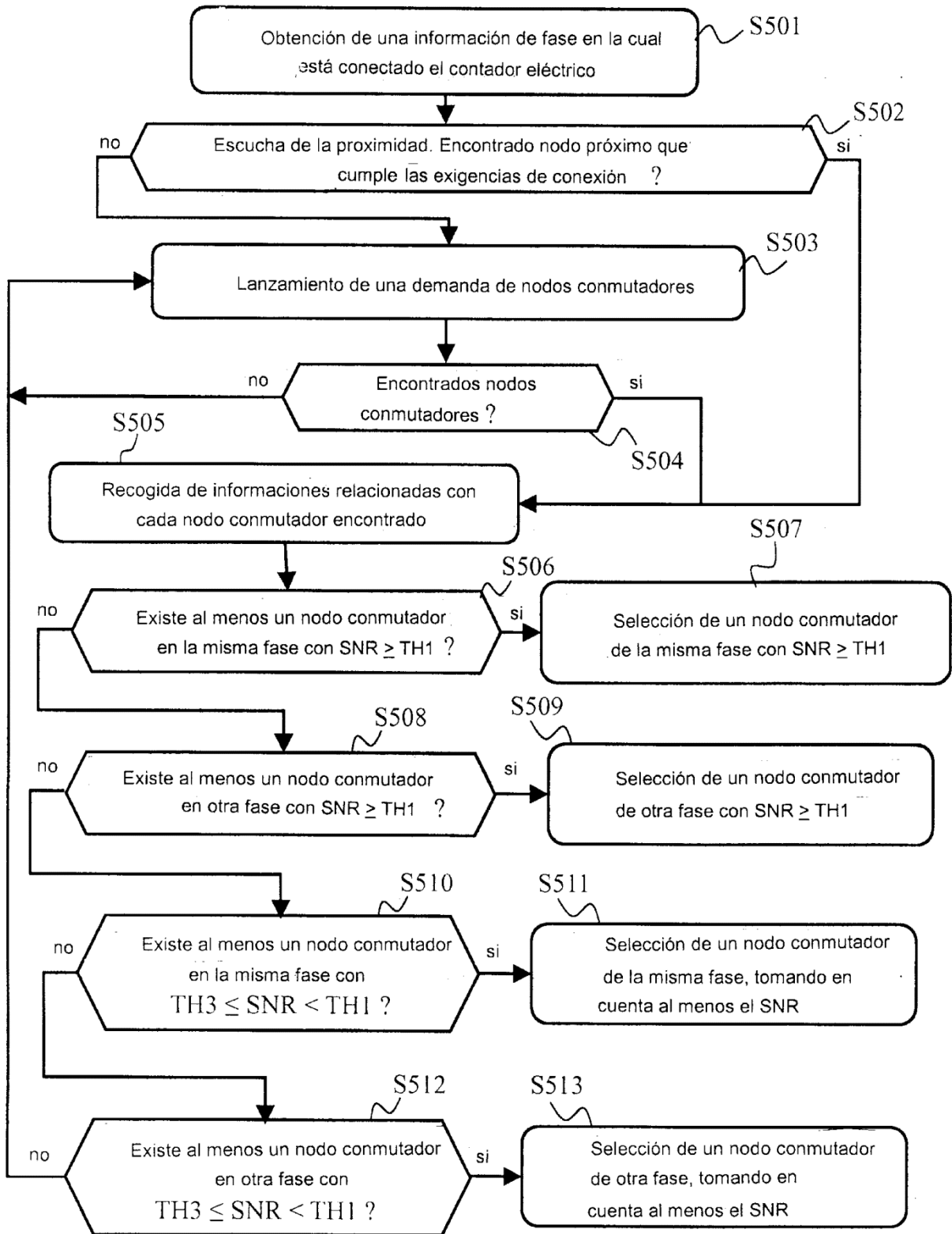


Fig. 5

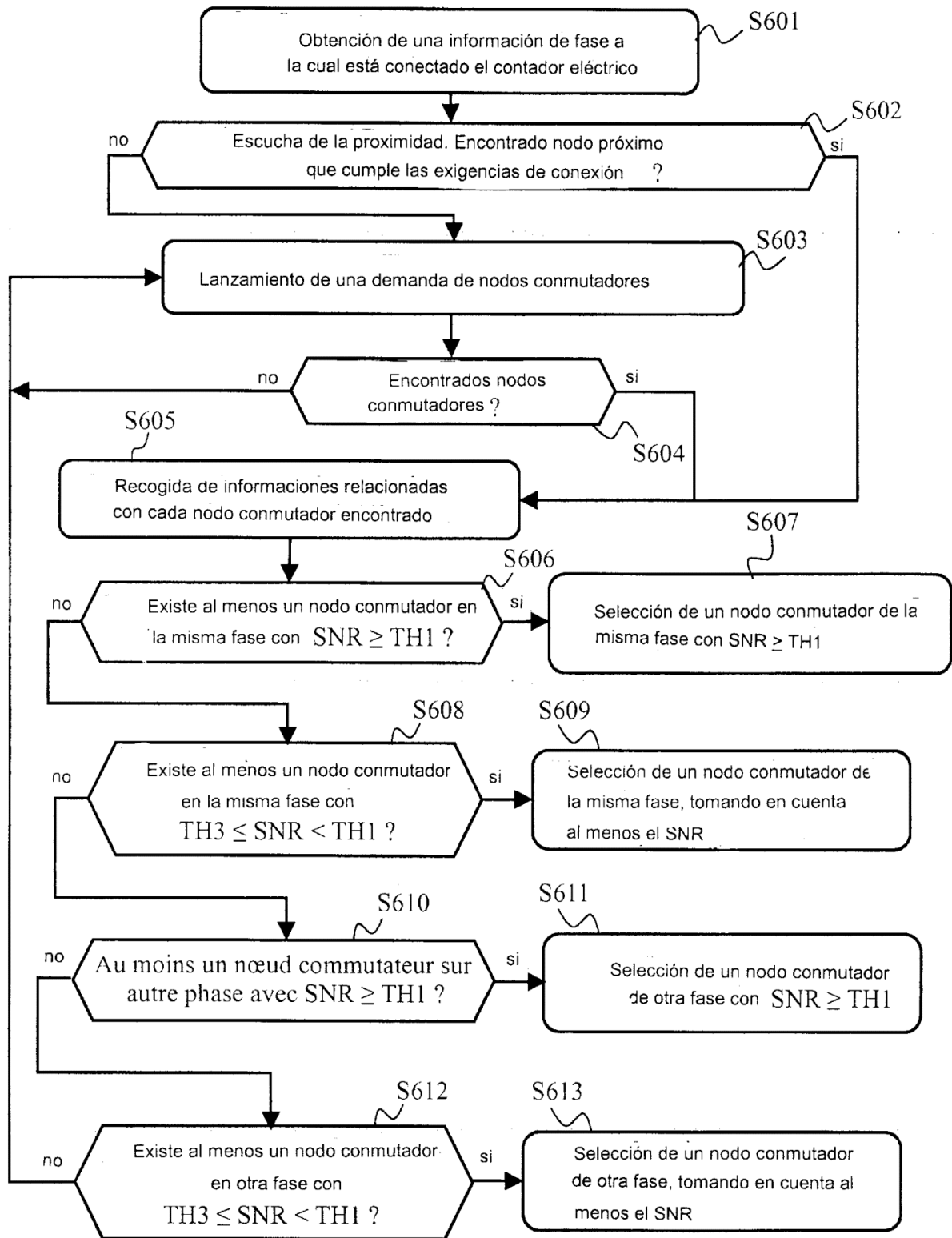


Fig. 6

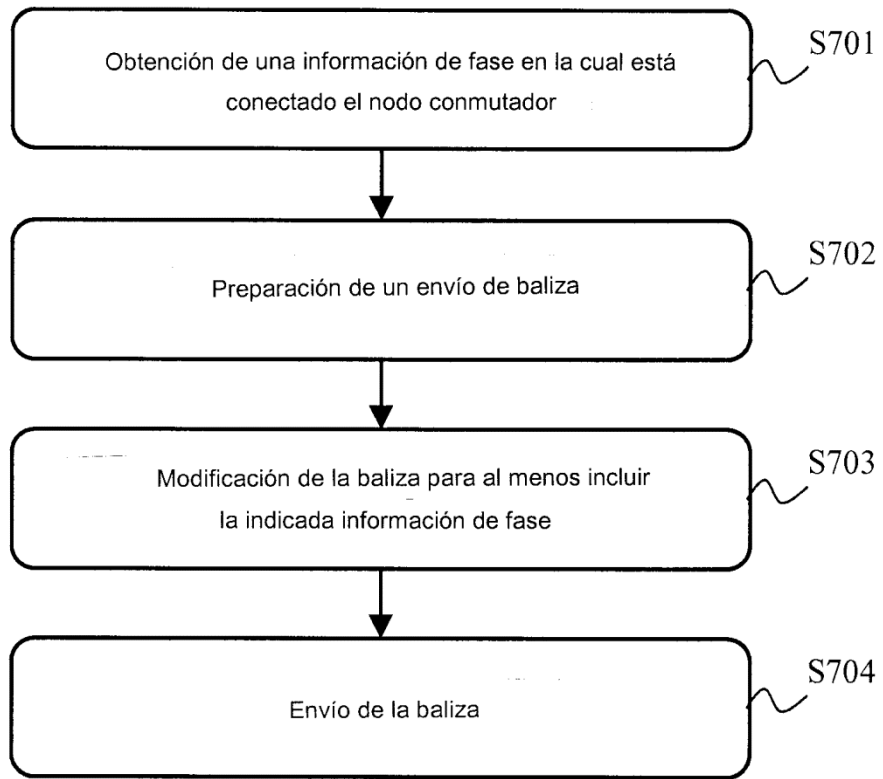


Fig. 7

MSB															
No usado		HDR.HT		BCN.QLTY		BCN.SID									
BCN.CNT				BCN.POS				BCN.CFP							
		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. 8