

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 634**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/32** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

**H02J 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2016 E 16382322 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2022 EP 3116084**

54 Título: **Red de distribución eléctrica**

30 Prioridad:

**07.07.2015 ES 201530975**

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

**20.12.2022**

73 Titular/es:

**ESTABANELL Y PAHISA ENERGIA, S.A. (100.0%)**

**Rec, 26-28**

**08400 Granollers (Barcelona), ES**

72 Inventor/es:

**GALLART FERNANDEZ, RAMON**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

**ES 2 930 634 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

Red de distribución eléctrica

5 La presente invención hace referencia a la distribución y control de una red eléctrica.

Las redes eléctricas en las zonas rurales proporcionan el servicio de electricidad a consumidores con baja demanda de consumo pero presentan una alta dispersión geográfica. Para ello, habitualmente, la capacidad eléctrica del citado tipo de redes rurales está sobredimensionada.

10 Las citadas redes eléctricas en zonas rurales tienen un alto coste ambiental y económico. Dichas redes presentan habitualmente una tipología en forma de árbol. En contraste con las redes rurales, las redes urbanas normalmente están malladas, lo que les confiere una gran resiliencia. Por ejemplo, cuando se produce una avería en una zona rural, al no existir caminos redundantes, no es posible reestablecer el servicio hasta que no se finaliza la reparación completa de la avería. Además las condiciones geográficas o climáticas pueden dificultar el acceso a la zona de trabajo, lo que retarda considerablemente el tiempo sin servicio eléctrico. Gracias a la tipología mallada estos problemas no existen o resultan mucho menos importantes en zonas urbanas.

20 Por otro lado, actualmente, se está incrementando el número de instalaciones de generación de electricidad de forma distribuida por pequeños productores, tanto de fuentes renovables (por ejemplo: solar, mini eólica y micro eólica), como de fuentes no renovables (por ejemplo: biomasa y purines).

25 En las fuentes de energías renovables hay que tener en cuenta la impredecibilidad de generación, además de la posibilidad de conexión o desconexión de la red y el nivel variable de autoconsumo, lo que constituye un elemento añadido a la dificultad para prever los flujos eléctricos en la red eléctrica y un reto para mantener la calidad y estabilidad del suministro eléctrico

30 La electricidad generada por dichas fuentes de energía procedente de pequeños productores o autoprodutores, se inyecta a una red de baja tensión de distribución, que es donde habitualmente sólo había consumo de electricidad (usuarios o consumidores). Dicho productor suele ser denominado con la palabra prosumidor, indicando con ella al consumidor que también genera electricidad (productor) teniendo, o no, excedentes de producción.

35 Microgeneración es la generación a pequeña escala de energía eléctrica por prosumidores (productor y consumidor), pequeñas empresas y comunidades para satisfacer sus propias necesidades, como alternativa o complemento a la electricidad conectada a la red centralizada tradicional.

40 Las redes eléctricas, y los diferentes elementos de transformación existentes, están diseñadas y distribuidos en el territorio de forma que atienden las necesidades de los procesos habituales en el sector, donde la electricidad se transporta y se transforma desde grandes centros de producción de electricidad, a través de la red de alta tensión, para ponerla a disposición de las compañías distribuidoras, que vuelven a transformarla para distribuirla a través de su propia red de media y baja tensión hasta los puntos de consumo para usuarios. Las subestaciones son elementos que transforman la diferencia de potencial eléctrico de alta tensión a media tensión y disponen de regulación variable. Mientras que las estaciones transformadoras o centros de transformación son elementos que transforman la diferencia de potencial eléctrico de media a baja tensión, previas a los puntos de consumo y no disponen de dicho sistema de regulación. La ausencia del citado sistema de regulación variable hace que las citadas estaciones transformadoras sean inflexibles a cualquier cambio de tensión en la red, que puede producirse cuando se inyecta una proporción elevada de electricidad, generada de forma distribuida, en una zona servida por un mismo centro transformador.

50 Los documentos CA 2924006 A1 y US 2012/065801 A1 pertenecen al estado de la técnica anterior relativa a la invención reivindicada.

55 Actualmente cuando la electricidad inyectada en las redes pone en riesgo el control de la tensión que se proporciona a los consumidores, existe una única manera para solucionar la problemática expuesta, la desconexión de la red de las unidades de generación distribuida. Con lo cuál se aísla las citadas unidades de generación de energía, no aprovechando su generación eléctrica.

60 A fin de solucionar la problemática expuesta, la presente invención da a conocer medios que permiten gestionar un volumen de electricidad generada de forma distribuida, especialmente en zonas rurales con redes eléctricas tipo árbol. Los excedentes de dicha generación distribuida se pueden guardar en un almacenamiento de energía eléctrica o en un punto de la red.

65 La presente invención da a conocer unos medios físicos que permiten tratar una red en árbol de manera similar a una red mallada, que denominamos en la presente invención red mallada virtual. Sin necesidad de inversiones adicionales en construir nuevas infraestructuras de línea eléctrica.

La citada red eléctrica mallada virtual se obtiene introduciendo en los nodos intermedios (siendo los nodos la

confluencia de líneas eléctricas) un controlador local que comprende a su vez un dispositivo de control, un módem o dispositivo de comunicaciones y un dispositivo de almacenamiento de electricidad. Dicho controlador local es gestionado desde un centro de control centralizado y actúa como un gestor centralizado para el control del sistema. Dicho controlador local permite dos modos de operación distintos a la red mallada virtual:

- 5
- Modo 1: Operación conectada a la red.
  - Modo 2: Operación en isla o desconectada de la red, en caso de mantenimiento de la red o fallo de la red.

10 La presente invención permite a una red en árbol trabajar como una red mallada virtual. De acuerdo con la presente invención una red en árbol se considera una red mallada virtual cuando permite alimentar puntos de su red desde diferentes puntos a elección seleccionando el centro de transformación (denominado por sus siglas CT) que emite energía desde el citado dispositivo de almacenamiento. Así se consigue, mediante el citado controlador local formado por los citados dispositivos de almacenamiento, control y comunicación, utilizar la red en árbol como una red mallada virtual sin la necesidad de construir infraestructuras de tendido eléctrico.

15 En el citado modo 1, operación conectada a la red, mediante un controlador local se compensan los parámetros eléctricos (tensión y frecuencia), con un impacto directo en la reducción de pérdidas en la red, filtrando la forma de onda, aumentando la calidad de servicio y gestionando la generación distribuida.

20 En el citado modo 2, operación en isla o desconectada de la red, en caso de mantenimiento o fallo de la red, la combinación de los diferentes elementos del controlador local: dispositivos de control, comunicación y almacenamiento permite el restablecimiento del servicio de forma autónoma. Los citados dispositivos coordinan los regímenes de generación de las distintas fuentes, reduciendo el impacto ambiental y económico.

25 La presente invención permite una integración ordenada de la generación renovable distribuida (de aquí en adelante GRD) acorde con las redes rurales, y permite hacer frente a un desarrollo sistémico de las redes inteligentes rurales destinadas a permitir que las GRD operen de manera más eficiente, integrando fuentes locales de energía, principalmente renovable, aumentando y garantizando la calidad del suministro eléctrico, permitiendo la formación de islas eléctricas resistentes y manejables de forma ordenada y coherente con el territorio.

30 En conclusión, el objeto de la presente invención, da a conocer una red de distribución eléctrica en forma de árbol que puede operar como una red mallada virtual sin la necesidad de construir nueva infraestructura de línea eléctrica a cualquier nivel de tensión.

35 La presente invención comprende una red de distribución eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1. Realizaciones preferentes son objeto de las reivindicaciones dependientes.

40 Preferentemente la presente invención consta de una red de distribución eléctrica con tipología de forma de árbol, alimentada desde un centro de transformación, disponiendo dicha red de unos nodos intermedios y unos nodos finales caracterizada por que comprende en dichos nodos intermedios un centro de control que dispone de:

- 45
- un dispositivo de control,
  - un dispositivo de comunicación, y
  - un dispositivo de almacenamiento de la electricidad,

50 estando el dispositivo de almacenamiento de la electricidad configurado para almacenar energía procedente de la red o bien para volcar energía a la red, de tal manera que la red presenta medios para alimentar, puntos de la red desde diferentes puntos a elección seleccionando el centro de control que emite energía desde el citado dispositivo de almacenamiento.

55 Preferentemente, el citado nodo es un nodo intermedio, no final. Más preferentemente, el citado nodo no está asociado directamente a ningún consumidor, es decir, el citado nodo está conectado únicamente a ramales de red de distribución, y no a usuarios.

La red en árbol objeto de la presente invención presenta, preferentemente, una serie de centros de transformación (preferentemente 3 o más) en los que se realiza una transformación del nivel de tensión (por ejemplo de media tensión a baja tensión) interconectados por un sólo camino a través de redes eléctricas.

60 Preferentemente el citado centro de control se sitúa en los citados centros de transformación interconectados a través de un sólo camino.

65 Preferentemente el citado dispositivo de comunicación comprende un dispositivo de telecomunicaciones de tipo "PLC" (power line communication). PLC, es un término inglés que puede traducirse por comunicaciones mediante cable eléctrico y que se refiere a diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales como un medio de telecomunicaciones permitiendo la transmisión de datos robusta y una ampliación de la cobertura

de la red de telecomunicaciones en zona, donde otros medios no tienen cobertura. La tecnología PLC también aprovecha la infraestructura de la red eléctrica como medio físico de telecomunicaciones, permitiendo las transacciones de datos a altas tasas de velocidad.

5 Preferentemente el citado centro de control carece de unidad de generación eléctrica.

En una realización no reivindicada, la citada red de distribución eléctrica carece de unidad de generación eléctrica.

Preferentemente la citada red de distribución eléctrica comprende una unidad de generación eléctrica.

10

Preferentemente la citada unidad de generación eléctrica es de microgeneración.

Preferentemente la citada unidad de generación eléctrica proviene de energías renovables.

15 Preferentemente el citado dispositivo de comunicación comprende un dispositivo de telecomunicaciones de tipo "PLC" (power line communication).

Preferentemente el citado dispositivo de comunicación comprende sistemas de comunicación de radio.

20 Preferentemente el citado dispositivo de comunicación comprende sistemas de comunicación por fibra óptica.

Preferentemente el citado dispositivo de control comprende varios procesadores electrónicos.

Preferentemente en dicha red mallada virtual dispone de un flujo eléctrico bidireccional.

25

Preferentemente están los nodos finales en una red de baja tensión.

Preferentemente dicha red mallada dispone de unos centros de transformación interconectados por un solo camino a través de redes eléctricas.

30

Preferentemente dichos centros de control disponen de electrónica de potencia de tecnología de transistor bipolar de puerta aislada.

35 Preferentemente dichos centros de control disponen de una unidad remota que controla elementos de maniobra de la red eléctrica, sensores de la red y dispositivos de almacenamiento.

Para una mejor comprensión de la invención, se adjunta a título de ejemplo explicativo pero no limitativo, unos dibujos de una realización de la presente invención.

40 La figura 1 muestra un esquema tradicional de red en árbol perteneciente al estado de la técnica.

La figura 2 muestra un esquema de una red en árbol según la presente invención que puede ser controlada de una manera similar a una red mallada virtual.

45 La figura 3 muestra el esquema del dispositivo de almacenamiento según la presente invención.

La figura 4 muestra un esquema de la arquitectura de interoperabilidad según la presente invención.

50 La figura 1 muestra una estructura de una red en árbol (también denominada red radial) perteneciente al estado de la técnica. En el caso de una red en árbol sólo es posible un sentido del flujo de energía: los usuarios o consumidores -7- situados en una red de baja tensión -1- reciben la energía eléctrica desde la subestación -3- a través de los centros de transformación -2-. Esta realización no reivindicada de red en árbol carece de unidad de generación de electricidad. Los centros de transformación -2- están interconectados eléctricamente por un sólo camino a través de redes eléctricas.

55

La figura 2 muestra una red en árbol según la presente invención, que puede ser controlada de una manera similar a una red mallada virtual. Dicha red -2- actúa virtualmente como si fuera mallada, puede alimentar un punto de su red, desde la subestación vía los centros de transformación o desde el controlador local -5- (integrado por los dispositivos de control, potencia y almacenamiento). Una red de baja tensión -1- dispersa geográficamente dispone de una pluralidad de usuarios o consumidores -7- que a su vez podrían disponer de sistemas de generación de electricidad -4-. Dichos sistemas de generación de electricidad son preferentemente de tipo microgeneración, preferentemente energías renovables.

60

En este tipo de red mallada virtual objeto de la presente invención, el flujo eléctrico puede ser bidireccional. La subestación -3-, centro de transformación -2-, o directamente de un centro de control no necesariamente conectado eléctricamente, están comunicados con un controlador local -5- ubicado en un centro de transformación -2-. En el

65

citado controlador local -5- se sitúa un dispositivo de control -17-, un dispositivo de comunicación -14- y un dispositivo de almacenamiento -18- de la electricidad (ver figura 3).

5 Esto es posible por el almacenamiento dispuesto en los centros de control -5- que pueden, selectivamente, absorber energía de la red o bien emitir a esta. A diferencia de sistemas de almacenamiento mixto de tipo conocido dispuestos en consumidores, el almacenamiento recibe una energía eléctrica de la red, y no directamente del exceso de producción de un productor o prosumidor sin pasar antes por la red.

10 En otra realización adicional el dispositivo de control -17- (ver figura 3) se instala directamente en el centro de transformación -2-.

15 La distribución geográfica de las instalaciones eléctricas, básicamente formadas por centros de transformación interconectados por un solo camino a través de redes eléctricas, se ve potenciado por los perfeccionamientos de la presente invención, el controlador local -5-, es concebido como una red virtual eléctrica que permite la operación virtual de esta red como red mallada.

20 La figura 3 muestra el esquema del controlador local -5- que comprende el conjunto de elementos y dispositivos que permite la red mallada virtual. El citado controlador local -5- dispone de una conexión a la red -15-, una conexión a los usuarios -16- o prosumidores mediante la infraestructura eléctrica de un distribuidor así como un dispositivo de comunicación -14-. El citado controlador -5- comprende un dispositivo de control -17- con electrónica de potencia de tecnología transistor bipolar de puerta aislada, (IGBT en sus siglas en inglés, Isolate Gate bipolar Transistor) un dispositivo de almacenamiento -18- eléctrico formado por baterías así como una toma a tierra -19-. Internamente, entre los citados dispositivos de almacenamiento -18- y el dispositivo de control -17- se disponen dispositivos de comunicación internos -21- y conexiones de potencia internas -20-.

25 En centro de control en una realización adicional puede carecer de dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica -18-.

30 La citada conexión a la red -15- puede ser directa (tal y como se indica en la figura 3) o mediante elementos tipo fusibles, interruptores, contactores, etc.

35 El citado dispositivo de control -17- dispone de interconexión eléctrica y/o de telecomunicaciones entre los diferentes dispositivos, gestión de los protocolos de tomas de decisiones y opera elementos como interruptores de baja y media tensión, protecciones eléctricas y detectores de falta.

40 La figura 4 muestra el esquema de los niveles de telecomunicaciones. El sistema de gestión de energía (LEMS por sus siglas en inglés, "local energy management system") -6- situado en la subestación, tiene un control centralizado -12-. Dicho control centralizado dirige a su vez diferentes elementos: una unidad terminal principal remota -8-, un sistema de gestión de energía local -13-. A su vez la citada unidad terminal principal remota -8- dispone de una unidad terminal remota -9-. Dicha unidad terminal remota -9- comprende el dispositivo de control y el dispositivo de conexión (dispositivos no mostrados en la figura 4). Además, dicha unidad remota -9- controla elementos de maniobra -10- de la red eléctrica, sensores -11- de la red y los dispositivos de almacenamiento -18-.

45 La citada unidad terminal remota -9- con sus elementos dependientes (elementos de maniobra -10- de la red eléctrica, sensores -11- de la red y los dispositivos de almacenamiento -18-), están integrados dentro del control local -5-.

50 Los elementos de comunicación del centro del control permiten operar la red aprovechando las posibilidades que da la red de almacenamiento distribuido, preferentemente independiente de consumidores, que proporciona la presente invención.

55 Al ser dependientes de un consumidor, y ser de almacenamiento de energía eléctrica selectivo, el operador del sistema puede seleccionar sus parámetros de funcionamiento para equilibrar la red. En particular, el operador puede seleccionar un funcionamiento como "consumidor" (almacenando energía) o "productor" (volcado de energía a la red) y la cantidad de la misma.

60 La presente invención, en sus diferentes realizaciones, permite dotar a una red en árbol o radial de funcionalidades como control de flujo de potencia, localización automática de fallas, el aislamiento y la restauración de la oferta, control de tensión, calidad de energía y el indicador de estabilidad de la evaluación, etc. con base en el funcionamiento de los centros de control con almacenamiento.

65 Si bien la invención se ha presentado y descrito con referencia a realizaciones de la misma, se comprenderá que éstas no son limitativas de la invención, por lo que podrían ser variables múltiples detalles constructivos u otros que podrán resultar evidentes para los técnicos del sector después de interpretar la materia que se da a conocer en la presente descripción, reivindicaciones y dibujos. Así pues, todas las variantes y equivalentes quedarán incluidas dentro del alcance de la presente invención si se pueden considerar comprendidas dentro del ámbito más extenso de las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Red (22) de distribución eléctrica con tipología de forma de árbol, alimentada desde un centro (2) de transformación, disponiendo dicha red (22) de unos nodos intermedios conectados a ramales de la red de distribución y unos nodos finales y comprendiendo en dichos nodos intermedios un centro (5) de control, dicho centro de control teniendo:
- 10 - una conexión (15) a la red,  
 - un dispositivo (17) de control,  
 - un dispositivo (14) de comunicación, y  
 - un dispositivo (18) de almacenamiento de la electricidad,  
 estando el dispositivo (18) de almacenamiento de la electricidad configurado para almacenar energía procedente de la red (22) o bien para volcar energía a la red (22),  
 de tal manera que la red (22) presenta medios para alimentar puntos de la red (22) desde diferentes puntos a  
 15 elección seleccionando el centro (5) de control que emite energía desde el citado dispositivo de almacenamiento,  
 caracterizada por que dicho centro (5) de control comprende además una conexión (16) a los usuarios o  
 prosumidores mediante la infraestructura eléctrica de un distribuidor,  
 y dicho centro (5) de control no estando directamente conectado a ningún consumidor y estando configurado para  
 20 permitir la operación en isla o conectada a la red los ramales asociados de dicha red (22) de distribución eléctrica  
 con tipología de forma de árbol.
- 25 2. Red (22) de distribución eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el dispositivo (18) de almacenamiento de la electricidad recibe energía eléctrica de la red, y no directamente del exceso de producción de un productor o prosumidor sin pasar antes por la red.
- 30 3. Red (22) de distribución eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** dichos nodos intermedios están conectados únicamente a ramales de red de distribución, no a consumidores.
- 35 4. Red (22) de distribución eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la conexión del centro (5) de control a la red puede ser mediante elementos tipo fusibles, interruptores o contactores.
5. Red (22) de distribución eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el citado centro (5) de control carece de unidad de generación eléctrica.
- 40 6. Red (22) de distribución eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** al menos algunos de los nodos finales están provistos de una unidad de generación eléctrica.
7. Red (22) de distribución eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el citado dispositivo (14) de comunicación comprende un dispositivo de telecomunicaciones de tipo "power line communication", PLC.
- 45 8. Red (22) de distribución eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el citado dispositivo (14) de comunicación comprende sistemas de comunicación de radio.
9. Red (22) de distribución eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el citado dispositivo (14) de comunicación comprende sistemas de comunicación por fibra óptica.
- 50 10. Red (22) de distribución eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el citado dispositivo (17) de control comprende varios procesadores electrónicos.
- 55 11. Red (22) de distribución eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones de anteriores, **caracterizada por que** dispone de un flujo eléctrico bidireccional.
12. Red (22) de distribución eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** están los nodos finales en una red (1) de baja tensión.
- 60 13. Red (22) de distribución eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** dispone de unos centros (2) de transformación interconectados por un solo camino a través de redes eléctricas.
14. Red (22) de distribución eléctrica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** dichos centros (5) de control disponen de una unidad remota que controla elementos de maniobra de la red (22) eléctrica, sensores de la red y dispositivos de almacenamiento.

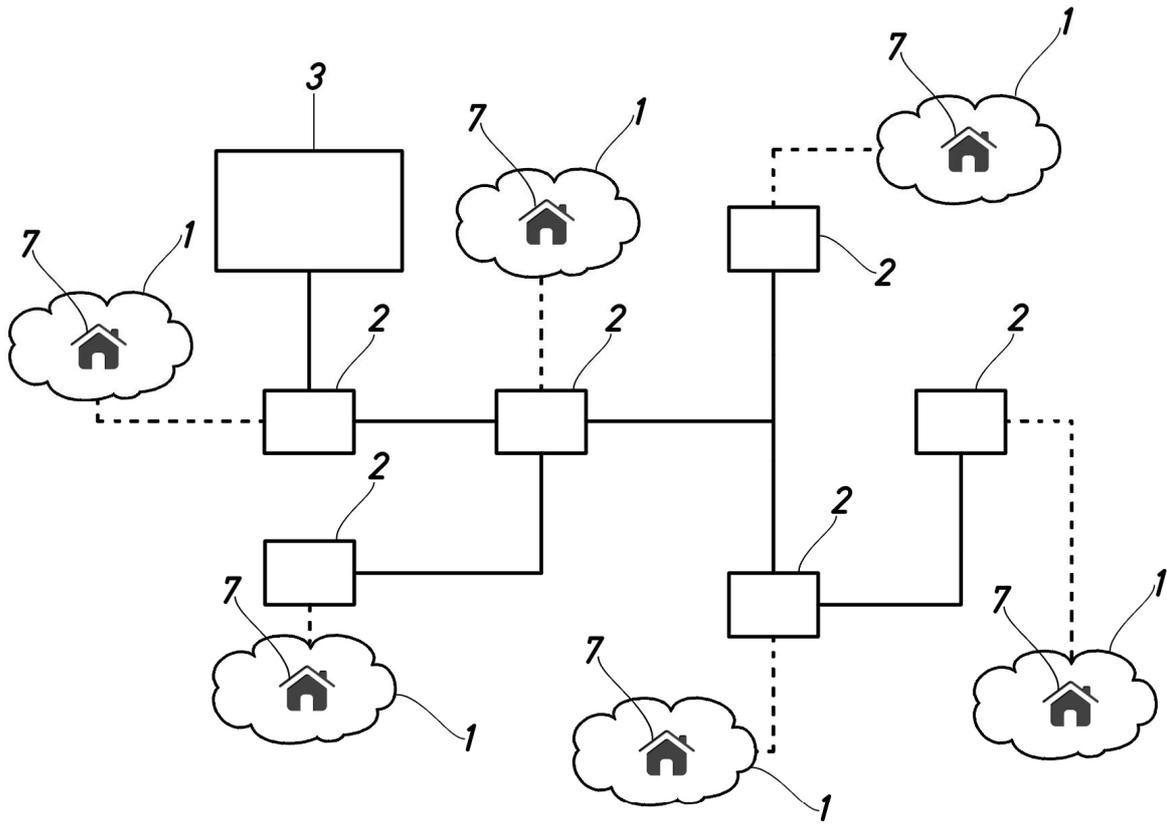


Fig.1

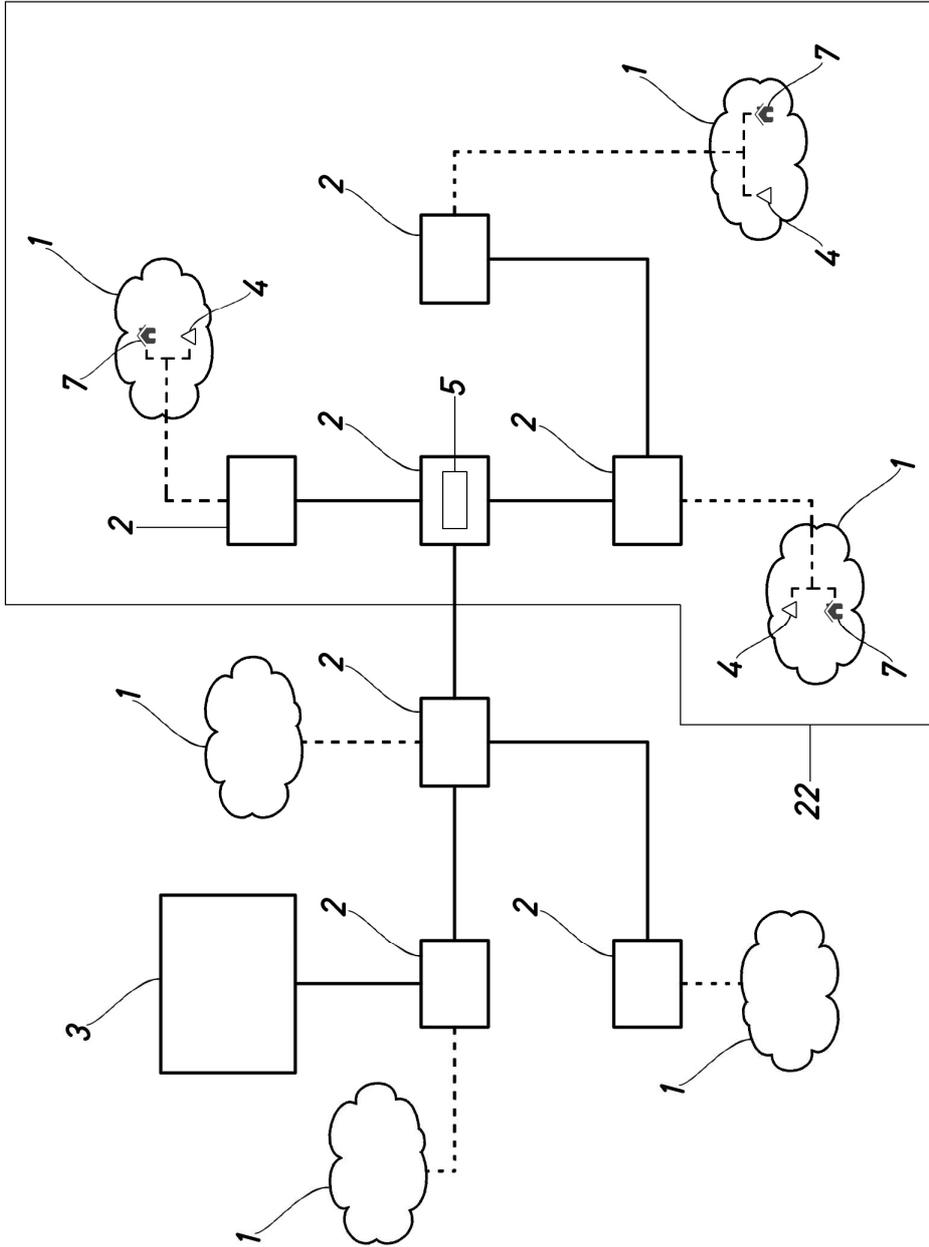


Fig.2

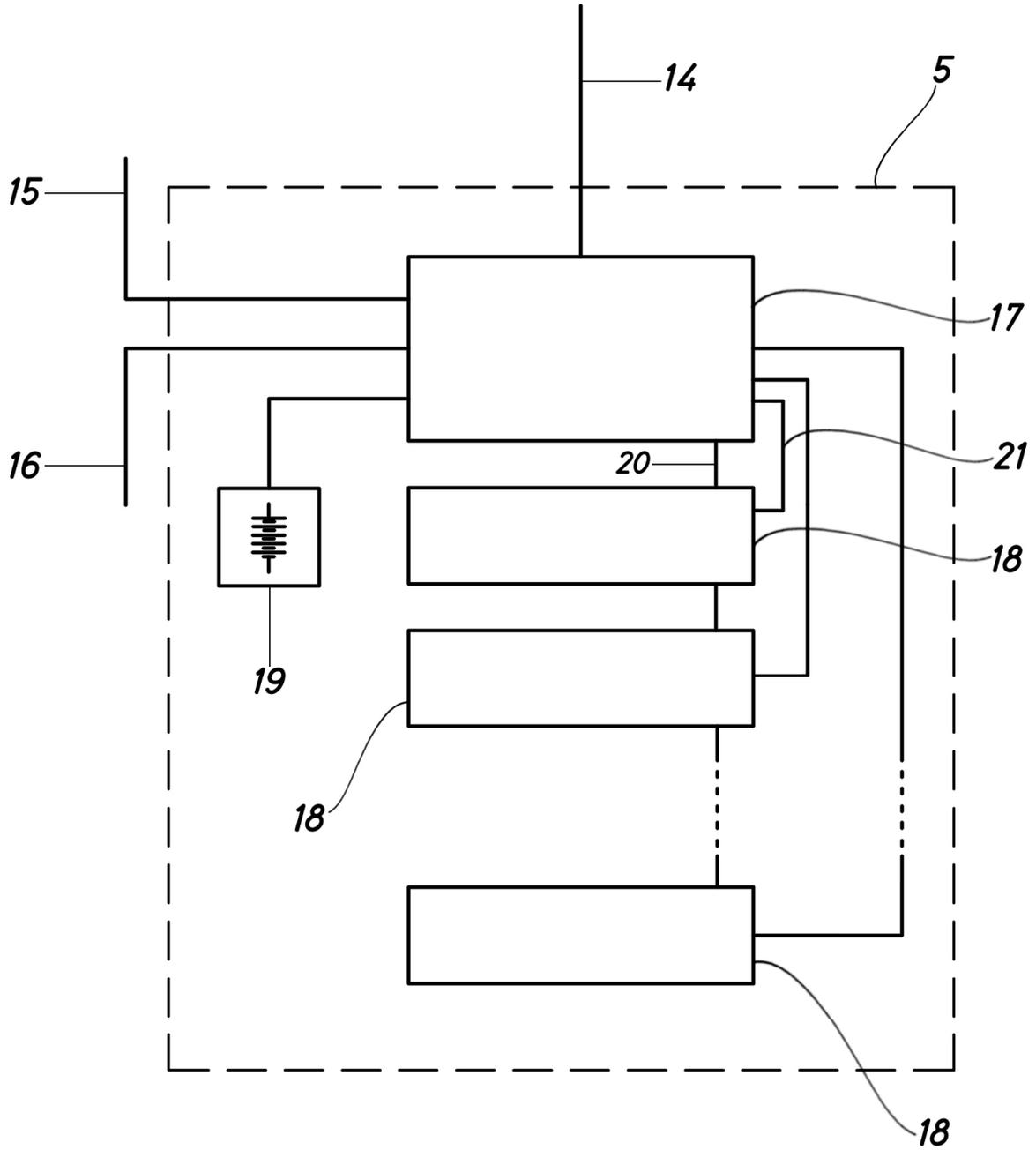


Fig.3

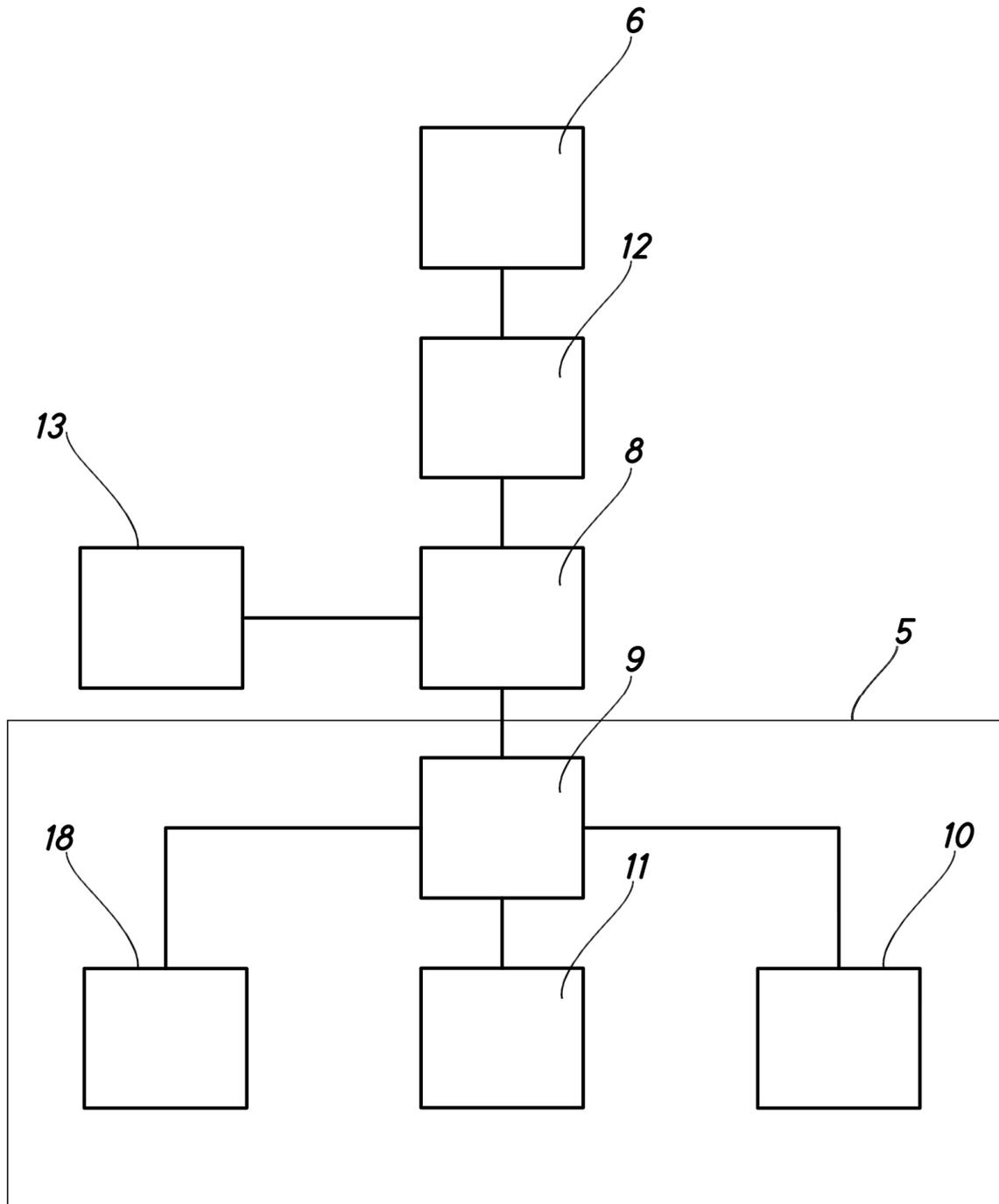


Fig.4

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

*Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

• CA 2924006 A1

• US 2012065801 A1