

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 954**

51 Int. Cl.:

H02J 3/06 (2006.01)

H02J 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2017** **E 17150425 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020** **EP 3346568**

54 Título: **Disposición de red de energía local**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2021

73 Titular/es:

FERROAMP ELEKTRONIK AB (100.0%)
Dommarvsgatan 16
163 53 Spånga, SE

72 Inventor/es:

KARLSTRÖM, MATS y
JERNSTRÖM, BJÖRN

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 813 954 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

Disposición de red de energía local

5 **Campo de la invención**

[0001] La invención se refiere a una disposición de red de energía local.

Antecedentes de la técnica

10

Introducción

[0002] Actualmente se está redefiniendo la topología de la cadena tradicional de distribución de energía eléctrica debido a varios factores. En los últimos años, han surgido en el mercado automóviles que pueden ser propulsados total o parcialmente por electricidad. Estos coches deben ser cargados antes de que puedan ser utilizados, y un lugar conveniente para hacerlo es en la casa del propietario durante la noche o en un lugar de trabajo durante el día. Sin embargo, a veces estos coches tienen una capacidad de batería significativa y, por lo tanto, tienen que ser capaces de cargar con una potencia bastante alta con el fin de estar completamente cargado para la próxima vez que se utilizará. Así pues, los propietarios de viviendas, las instalaciones comerciales y los proveedores de electricidad se han visto en la necesidad de mejorar la potencia nominal de su infraestructura eléctrica, por ejemplo, las líneas eléctricas y los fusibles. Esto conlleva un aumento de los costes para todas las partes; un coste que para el propietario de la vivienda a menudo es recurrente, ya que se refleja en una mayor tasa de suscripción de electricidad y tarifas de capacidad. El aumento de las tarifas de capacidad se debe a que el aumento general de la demanda de energía eléctrica implica la necesidad de que las compañías eléctricas aumenten su capacidad máxima de suministro de energía, lo que significa que deben reforzar las redes de distribución y construir nuevas centrales eléctricas o aumentar de otro modo su capacidad a este respecto.

[0003] Otro factor que propicia la reorganización de la cadena de distribución de energía eléctrica es la aparición de células fotovoltaicas o solares de bajo coste. En muchos casos, las células solares se pueden instalar en un hogar, oficina o edificio de fábrica para proporcionar electricidad que es más barata que la electricidad que está disponible localmente a través de la red de distribución de electricidad local. Sin embargo, la electricidad disponible de las células solares a veces puede exceder la necesidad local instantánea. Por lo tanto, para dar cabida a la producción de energía fotovoltaica excedentaria, deben instalarse en cambio nuevos equipos que permitan la entrega de dicha energía excedentaria a la red de distribución. Por tanto, de repente la cadena de suministro de electricidad se pone patas arriba con las fuentes de electricidad emergiendo en los nodos finales de la cadena de suministro donde hasta hace poco sólo había consumidores de electricidad.

[0004] Además, para el propietario de las células solares, el envío de la electricidad producida a la red eléctrica común puede no ser siempre beneficioso. Debido a las circunstancias locales, es posible que no se pague o que se pague muy poco por la electricidad que circula en la red de distribución común. Además, puede haber tarifas de red para suministrar energía eléctrica a la red de distribución. También es posible que existan otros inconvenientes, como las consecuencias fiscales de la venta de electricidad, que también pueden implicar papeleo sustancial.

Problemas con las soluciones de la técnica anterior

45

[0005] Un problema con el escenario descrito anteriormente con nuevos productores y consumidores de energía eléctrica conectados a la red de suministro de electricidad descrita anteriormente, es que no fue diseñado para manejar fuentes de energía ni consumidores de alta potencia en los nodos finales de la cadena de distribución de energía.

50

[0006] Para solucionar este problema, a menudo se instala hardware nuevo. Por ejemplo, nuevas líneas eléctricas y nuevos fusibles de red para acomodar una carga más alta, nuevo hardware de medición para poder suministrar electricidad desde una red de tensión de corriente alterna -CA- local a una red de distribución a la que está conectado.

55

[0007] Se trata de soluciones que pueden ser difíciles de eludir, pero que, sin embargo, imponen nuevos costes.

[0008] En el documento US 2011/0121648 A1 se propone un sistema de suministro de energía destinado a hacer un mejor uso de la electricidad producida localmente mediante la implementación de una red de tensión de corriente continua -CC- separada. Esta solución puede reducir la necesidad de mejorar las líneas eléctricas y fusibles de CA locales, ya que parte del consumo de electricidad se realiza en una red de CC separada. Sin embargo, puede ser una propuesta costosa de implementar, especialmente porque la mayoría de los electrodomésticos están diseñados para redes de CA y no redes de CC.

65 [0009] También han surgido soluciones en el mercado que utilizan baterías locales para aumentar el

autoconsumo de electricidad solar y reducir la carga máxima de la red de energía durante, por ejemplo, la carga de vehículos eléctricos (VE). De esta manera, se puede mitigar el problema de consumir altos niveles de potencia de la red de distribución (así como alimentar altos niveles de potencia en la red de distribución). Sin embargo, las baterías vienen con un coste significativo que reduce las posibles aplicaciones donde se puede aplicar el almacenamiento de energía.

[0010] Md Shamiur Rahman Y COL: "Utilization of parked EV-ESS for power management in a grid-tied hybrid AC/DC microgrid", Conferencia de Ingeniería Eléctrica de las Universidades Australasiáticas 2015 (AUPEC), 1 de septiembre de 2015 (01-09-2015), páginas 1-6, describe una disposición de red de energía en el que diferentes enlaces de CC conectados a las respectivas redes de CA están conectados a través de convertidores de CC/CC.

Resumen de la invención

Problema técnico

[0011] Es un objeto de la presente invención proponer una solución o una reducción de los problemas de la técnica anterior. En consecuencia, un objeto principal es proponer una mejor disposición de la red de energía local que pueda contribuir a una cadena de suministro de electricidad más robusta, al tiempo que sea económica y proporcione mayor flexibilidad a los usuarios de electricidad, y también, reducir los problemas de alimentación de altos niveles de potencia en la red de distribución, así como el consumo de altos niveles de potencia de la red de distribución sin necesidad de almacenamiento de energía local.

Solución al problema

[0012] Según la invención, esto se logra mediante una disposición de red de energía local según la reivindicación 1.

[0013] Esta disposición de red de energía mitiga los problemas anteriores al proporcionar una red de enlace de corriente continua -CC- local entre al menos dos inversores eléctricos bidireccionales, cada uno de dichos inversores está conectado a una red de CA local separada, donde las redes de CA locales a su vez están conectadas a través de al menos un fusible de red y un contador de electricidad a una red de distribución.

[0014] Por tanto, de esta manera, las al menos dos redes de tensión de CA locales separadas son capaces de compartir recursos eléctricos locales entre sí sin necesidad de ninguna actualización en vista de sus conexiones a la red de distribución o la necesidad de un almacenamiento de energía local.

[0015] Sin ninguna actualización de los fusibles o las líneas eléctricas para la conexión entre las redes de CA locales y la red de distribución, cada red local puede lograr una mayor disponibilidad de energía mediante el uso de energía también desde el enlace de CC, además de la energía de la red de distribución. (Por supuesto, en cualquier momento implica que al menos un participante en el enlace de CC está disponible para suministrar energía al enlace de CC para permitir que otros participantes en ese enlace de CC reciban energía del enlace de CC.) Desde la perspectiva de los usuarios, esto tiene el beneficio de una mayor disponibilidad de energía sin tener que negociar con la compañía eléctrica o tener que pagar ninguna tarifa de capacidad. Desde el punto de vista de la compañía eléctrica, hay un suavizado del uso de energía sobre los participantes en el enlace de CC. Este suavizado conduce a una reducción de la carga máxima a cualquier participante en el enlace de CC en particular, minimizando así la carga sobre la red de distribución.

[0016] Las reivindicaciones dependientes describen aspectos ventajosos adicionales de la invención.

50 Descripción breve de los dibujos

[0017] A continuación, se describirán realizaciones que ejemplifican la invención, mediante los dibujos adjuntos, en los que:

55 La Fig. 1 ilustra una disposición de red de energía local según la invención,

La Fig. 2 ilustra un ejemplo de control en la disposición de red de energía local según la invención,

60 La Fig. 3 ilustra el uso de una tensión de CC para señalar una disponibilidad de energía eléctrica en la red de enlace de CC según la invención, y

La Figura 4 ilustra otro uso de una tensión de CC según la invención.

Descripción detallada

65

- [0018] La Fig. 1 ilustra una realización de la invención. Es una disposición de red de energía local 1 que comprende al menos dos redes de tensión de corriente alterna -CA- locales separadas 2, cada una conectada a una red de distribución de electricidad 3 a través de al menos un fusible de red y un contador de electricidad 4. Las al menos dos redes de CA locales separadas 2 comprenden al menos un consumidor de energía eléctrica de CA 5. Las redes de CA locales 2 son normalmente cualquier usuario final de electricidad, tal como un usuario doméstico, una oficina o una industria. Estas redes de CA locales 2 están conectadas a una red de distribución 3 operada por una empresa de red eléctrica, un operador de sistema de distribución (OSD). Se puede definir a dicho usuario final como un usuario de baja tensión, es decir, normalmente utilizan electricidad con una tensión relativamente baja, tal como, por ejemplo, 230/400V en Europa Central y 120V/240V en los Estados Unidos. Asimismo, entonces, una disposición de red de energía local dentro del significado de la presente solicitud puede definirse como una disposición de red de energía con dos o más redes de tensión de CA locales, como se definió anteriormente, que se limitan a un área que comprende un grupo de casas/edificios/locales. Dicha zona en la práctica tiene una circunferencia de tal vez como máximo unos pocos kilómetros.
- 15 [0019] La disposición comprende además un inversor eléctrico bidireccional 6 para cada red de CA local 2, ubicado junto con su red de CA local 2 y conectado a esta. Los inversores bidireccionales 6 son dispositivos que utilizan normalmente electrónica de potencia para convertir energía eléctrica entre CA y CC. Puesto que son, en este caso, bidireccionales, pueden transformar la energía eléctrica tanto de CA a CC como *viceversa*.
- 20 [0020] La disposición 1 comprende además una red de enlace de corriente directa -CC- local 7 conectada a cada inversor 6, conectando así indirectamente las redes de CA locales 2. El enlace de corriente directa -CC- local 11 es normalmente de potencia relativamente baja. Baja potencia en este contexto significa hasta aproximadamente 1 MW. Por ejemplo, un sistema de 100 kW podría utilizar 131 amperios a 760 voltios. Los inversores están dispuestos de modo que sean capaces de coordinar una transferencia de energía a través de la red de CC 7 en una dirección deseada.
- 25 [0021] Esta disposición de los inversores 6 podría adoptar muchas formas diferentes para poder coordinar una transferencia de energía a través de la red de CC 7 en una dirección deseada. Por ejemplo, en una configuración básica, el llamado control de caída se puede utilizar para controlar el flujo de energía. Los inversores 6 conectados a la red de enlace de CC 7 podrían indicar que tienen energía eléctrica disponible al aumentar su tensión de salida. Si alguno de los inversores 6 en ese momento tiene una necesidad de energía eléctrica, entonces simplemente puede emplear esa energía de la red de enlace de CC.
- 30 [0022] Mientras un inversor esté empleando la energía eléctrica del enlace de CC 7, se frenaría un aumento de tensión debido a la disponibilidad de energía eléctrica de señalización de otros inversores, siempre y cuando la cantidad de energía eléctrica empleada sea tanto como la cantidad de energía eléctrica proporcionada. Del mismo modo, un inversor capaz de alimentar energía al enlace de CC 7, frenaría una caída de tensión, debido a la demanda de señalización de otros inversores para la energía eléctrica si las cantidades de energía se igualan. La demanda de señalización implicaría, por ejemplo, que un inversor tratara de reducir la tensión en el enlace de CC haciendo un intento de emplear la energía eléctrica de la red de enlace de CC. De esta manera, los inversores en la red de enlace de CC podrían coordinarse para transferir energía a través de la red de CC en la dirección deseada.
- 40 [0023] Si ningún inversor estuviera empleando la energía eléctrica de la red de enlace de CC y al menos uno estuviera señalando la energía disponible aumentando la tensión en la red de enlace de CC, esa tensión seguiría aumentando hasta el límite de saturación de los sistemas de control. Obviamente, aumentar demasiado la tensión podría dañar cualquier unidad conectada al enlace de CC, por lo que es razonable establecer una tensión máxima (límite de saturación) en la que cualquier inversor detendría el aumento de tensión al señalar un exceso de energía eléctrica. Este umbral podría ser, por ejemplo, de 780 voltios. En este pico de tensión, el estado de la red de enlace de CC sería que uno o más inversores tienen un excedente de energía eléctrica que se puede liberar, pero no hay otra entidad en el enlace de CC que realmente pueda extraer el excedente de la red de enlace de CC. En este momento, la transferencia real de energía a través de la red de enlace de CC puede ser cualquier cosa entre cero y algún límite superior en cuanto a la cantidad que el enlace de CC debe manejar. El factor decisivo para el aumento y la saturación del nivel de CC es ese, neto, hay un excedente de suministro de energía que no puede ser absorbido por las entidades conectadas al enlace de CC.
- 55 [0024] Por el contrario, una demanda de energía eléctrica podría ser señalada por los inversores que bajan la tensión en la red de enlace de CC. En la situación saturada para este caso, donde uno o más inversores desearían extraer energía eléctrica del enlace de CC pero no hay energía adicional disponible más allá de lo que ya se transfiere a través del enlace de CC podría asignarse un límite de tensión inferior por debajo del cual los inversores no bajarían la tensión. Esto podría ser, por ejemplo, 740 voltios.
- 60 [0025] En esta implementación ejemplar de la manipulación de la disposición de modo que los inversores sean capaces de coordinar una transferencia de energía a través de la red de CC 7 en una dirección deseada, cada inversor podría estar provisto de una curva de caída de un tipo ejemplar como se representa en la figura 3. La curva de caída esencialmente indica cómo debe reaccionar el inversor a una tensión en el enlace de CC. Cuando la tensión es nominal

de 760 V, la potencia del inversor es 0. Si la tensión de CC está aumentando, el inversor comienza a generar energía negativa, lo que significa que la energía se extrae de la red de distribución de CC y se inyecta en la red de distribución de CA, y *viceversa* si la tensión de CC está disminuyendo. Si la tensión supera los umbrales normales de funcionamiento (740 V y 780 V en la figura 3), el inversor se satura en sus límites máximos de potencia positiva y negativa, respectivamente.

[0026] Si el inversor necesitara tomar energía eléctrica del enlace de CC y transferirla a su red de tensión de CA local, podría modificar su propia curva de caída de tal manera que en lugar de la de la fig. 3 podría ser una curva similar a la de la fig. 4. La Fig. 4 representa una posible curva de caída para un inversor que desea emplear la energía de P_{carga} de la red de enlace de CC. Emplea P_{carga} independientemente de la tensión, pero retrocede suavemente si la tensión está cayendo hacia 740 V.

[0027] Este es sólo un ejemplo de curvas de caída para controlar inversores y convertidores de CC/CC. Los inversores y convertidores de CC/CC también pueden tener otras curvas de caída diferentes con diferentes pendientes, desviaciones, límites de saturación, bandas muertas *etc.*, para controlar el funcionamiento de la red de distribución de CC. También, completamente otros esquemas también son posibles, como el control directo de los inversores a través de un enlace de comunicaciones (ancho de banda alto) a algún tipo de controlador maestro en ese caso.

[0028] La disposición 1 en la fig. 1 ilustra dos casas con una red de CA local respectiva 2 e inversores 6 conectados a la red de enlace de CC 7. También es posible tener más de dos redes de CA locales conectadas a la red de enlace de CC 7. Por ejemplo, tres, cuatro o más. La forma de la red de enlace de CC podría ser en forma de estrella o tener cualquier otra forma donde todos los inversores y cualquier otro equipo conectado a la red de enlace de CC estaría en conexión galvánica con la red de enlace de CC. Aunque se puede emplear aislamiento galvánico dentro de los inversores y convertidores de CC/CC para evitar bucles de tierra y corrientes circulantes.

[0029] En una variante de la disposición de red de energía local 1 según la invención, los inversores 6 podrían disponerse para reducir la transferencia de energía de la red de distribución 3 a un primer consumidor de energía eléctrica de CA, en una primera red de tensión de CA local, a través del fusible de red y el contador de electricidad de esa primera red de tensión de CA local. Podría hacerlo mediante la transferencia de energía eléctrica a través de la red de enlace de CC 7 al inversor conectado a la primera red de tensión de CA local y donde la energía eléctrica desviada a dicho inversor proviene de al menos otro inversor en la red de enlace de CC 7.

[0030] De esta manera, cada casa puede tener regímenes nominales más bajos en sus fusibles de red de energía, pero colectivamente pueden ayudarse mutuamente a equilibrar los picos de demanda de energía en cada red de tensión de CA local proporcionando energía eléctrica a través de la red de enlace de CC local.

[0031] Una implementación muy simplificada de esta realización podría, por ejemplo, comprender que un inversor esté configurado para extraer energía constantemente del enlace de CC y proporcionarla a la red de tensión de CA local. Además, otro podría al mismo tiempo configurarse para proporcionar energía constantemente a la red de enlace de CC en un grado correspondiente. Esta configuración podría ser aplicable, por ejemplo, en un escenario en el que hay un consumidor de electricidad constante y conocido en la red de tensión de CA local, como un ventilador *etc.*

[0032] Por tanto, de esta manera la transferencia de energía de la red de distribución 3 al primer consumidor de energía eléctrica de CA sería menor en comparación con si la energía eléctrica se tomara únicamente de la red de distribución a través de los fusibles de red y el contador.

[0033] Según una realización de la disposición de red de energía local según la invención, podría haber al menos una fuente de energía de CC 8, distinta de los inversores, conectada a la red de enlace de CC 7 y donde al menos un inversor 6 podría disponerse para consumir energía de CC producida por la al menos una fuente de energía de CC 8. Un ejemplo se muestra en la fig. 1. En la fig. 1, la conexión de la fuente de energía de CC 8 a la red de enlace de CC está intercalada, como ejemplo, por un convertidor de CC/CC.

[0034] Dicha fuente de energía de CC 8 podría ser, por ejemplo, células solares o turbinas eólicas que producen electricidad. Con la fuente de energía añadida, la disposición según la invención se aprovecha para proporcionar una ventaja adicional más allá de las ya mencionadas de compartir conexiones a una red de distribución. Por ejemplo, si existe la necesidad o la voluntad de añadir energía solar a una o más de las redes de CA locales, puede haber obstáculos en forma de exposición solar inadecuada en el sitio de la red o redes de CA locales donde debe añadirse energía solar. Con la adición de la red de enlace de CC, los paneles solares podrían colocarse donde la exposición al sol es mejor y la energía resultante podría proporcionarse a una red de CA local a través de la red de enlace de CC. Los propietarios podrían entonces estar físicamente ubicados en un lugar malo para la exposición al sol, por ejemplo, a la sombra de un árbol grande, y seguir utilizando la energía solar mediante el uso de una ubicación cercana, más favorable para los paneles solares. Lo mismo podría decirse de otros productores de electricidad, por ejemplo, de energía eólica o hidroeléctrica, que pueden ser más favorables para ubicarse en un determinado lugar, pero que, por ejemplo, podrían consumirse en una red de CA local situada fuera de ese lugar.

- 5 **[0035]** El control de la energía eléctrica de la al menos una fuente de energía de modo que al menos un inversor consuma la energía de CC de la fuente de energía podría derivar del control descrito anteriormente. Por tanto, la al menos una fuente de energía podría disponerse para proporcionar la electricidad a un nivel de tensión que señale a al menos un inversor en la disposición que hay energía eléctrica disponible para el consumo.
- 10 **[0036]** Según otra variante de la disposición de red de energía local 1 según la invención y donde hay una fuente de energía 8, distinta de los inversores, conectada a la red de enlace de CC 7, los inversores 6 podrían disponerse para consumir la salida de energía de la al menos una fuente de energía de CC 8 de modo que la energía de la al menos una fuente de energía de CC 8 se divida entre al menos dos inversores.
- 15 **[0037]** Por ejemplo, la energía fotovoltaica se puede dividir entre inversores, lo que disminuiría la potencia nominal necesaria para cada inversor, haciéndolos más baratos. Por tanto, las casas, por ejemplo, pueden compartir una instalación fotovoltaica que, como se mencionó anteriormente, puede ubicarse en una ubicación beneficiosa. En una realización de este sistema, el esquema de control antes mencionado podría utilizarse con la señal de la fuente de energía con un determinado nivel de salida de tensión que puede proporcionar energía eléctrica y que al menos dos inversores interpretarían ese nivel de tensión como energía eléctrica disponible y comenzarían a extraer energía de la red de enlace de CC.
- 20 **[0038]** Según una variante adicional de la disposición de red de energía local 1 tal como se describió anteriormente con una fuente de energía de CC 8 distinta de los inversores 6, los inversores podrían disponerse para al menos reducir cualquier transferencia de energía de la al menos una fuente de energía de CC 8 en la red de enlace de CC local 7 a la red de distribución 3 desviando al menos algo de electricidad disponible de la fuente de energía de CC 8 a cualquier consumidor en la red de enlace de CC 7 o a cualquier consumidor en cualquiera de las redes de tensión de CA locales 2 a través de un inversor respectivo.
- 25 **[0039]** Una implementación simplista de este esquema podría implicar, por ejemplo, que los inversores 6 monitoreen la red de enlace de CC 7 y, si hay energía disponible de la fuente de energía 8 en la red de enlace de CC 7, empleen la red de enlace de CC 7 para energía eléctrica de CC y proporcionen esa energía a una red de CA local 30 2 donde hay una necesidad constante conocida de electricidad. Además, desviar algo de electricidad a un consumidor de carga de CC conectado directamente a la red de enlace de CC 7 podría implicar que el consumidor esté dispuesto a simplemente emplear la energía eléctrica de la red de enlace de CC cuando la red de enlace de CC está en un determinado nivel de tensión. Por supuesto, son posibles muchas otras implementaciones.
- 35 **[0040]** De esta manera, la energía solar producida en una casa puede consumirse en algún lugar entre las otras casas conectadas a la red de enlace de CC local, de modo que el consumo derivado de la red de distribución de CA se reduzca al menos, por ejemplo, en caso de que el precio de la electricidad suministrada desde la red de distribución de CA sea mayor que el precio de la electricidad suministrada a la red de distribución de CA.
- 40 **[0041]** Cuando se utilizan células solares es de particular importancia aumentar el autoconsumo de la electricidad producida, es decir, la relación entre la energía FV consumida y la energía FV producida. Esto es interesante, ya que la compensación por exportar energía a la red a menudo es inferior al precio de compra de energía de la red. Además, puede haber limitaciones en una conexión de red de CA local en la energía que se puede exportar. La transferencia de energía FV a múltiples redes locales de CA (edificios) permite que una mayor parte de la energía 45 FV producida se consuma localmente en lugar de exportarse a la red de distribución de CA. Además, el mismo concepto puede utilizarse para permitir una instalación FV más grande de lo que de otro modo estaría motivado teniendo en cuenta el consumo en la red local de CA.
- 50 **[0042]** Según otra disposición de red de energía local 1 según la invención y donde hay una fuente de energía de CC 8 conectada a la red de enlace de CC 7, los inversores 6 podrían disponerse para desviar el exceso de producción de electricidad de la al menos una fuente de energía de CC 8 en la red de enlace de CC local 7 a al menos una red de CA local específica. A través de la al menos una red local específica de CA, la energía eléctrica podría transferirse a la red de distribución a través del contador de electricidad de esa al menos una red local de CA.
- 55 **[0043]** Por tanto, una producción excedente de, por ejemplo, paneles solares puede enviarse de esta manera a la red de distribución a través de una red de CA local que es especialmente adecuada para enviar electricidad a la red de distribución. Por ejemplo, disponiendo de equipos adecuados que permitan dicha transferencia de energía, tales como contadores eléctricos bidireccionales y posiblemente también una suscripción de la red de distribución que permita tales transferencias. Por tanto, se necesita menos equipo de este tipo con esta solución, lo que reduciría el 60 coste de la disposición general.
- [0044]** Como se mencionó anteriormente, esto podría aplicarse de muchas maneras. Haciendo referencia a la solución descrita anteriormente con un nivel de tensión que señala la disponibilidad de electricidad en la red de conexión de CC, los inversores podrían disponerse de tal manera que el (los) que está (n) conectado (s) a una red de 65 CA local y tiene (n) la capacidad de suministrar energía eléctrica a la red de CA de distribución monitorearía (n) la red

de conexión de CC y su red de CA local. Cuando hay un excedente de energía eléctrica disponible en la red de enlace de CC, por ejemplo, cuando el enlace de CC está saturado a 780 V, el inversor podría emplear la red de enlace de CC para obtener más energía eléctrica para enviarla a la red de distribución de CA a través de la unidad de medición.

5 **[0045]** En una variante de la disposición de red de energía local 1 según cualquiera de las realizaciones anteriores de la invención, hay al menos un consumidor de energía de CC 9, distinto de los inversores, conectado a la red de enlace de CC 7. Además, los inversores 6 están dispuestos para proporcionar energía al al menos un consumidor de energía de CC 9 de modo que la energía proporcionada al al menos un consumidor de energía de CC 9 proviene de al menos dos inversores. Un ejemplo de esto se muestra en la fig. 1.

10

[0046] De esta manera, por ejemplo, un coche eléctrico conectado a la red de enlace de CC para cargarse puede derivar energía de múltiples inversores. Por tanto, la potencia de salida se puede dividir entre los inversores, disminuyendo el requisito de potencia nominal de cada uno y, por lo tanto, haciéndolos menos caros. Esto podría implementarse con el esquema descrito anteriormente de usar el nivel de tensión como indicador de energía eléctrica disponible en la red de enlace de CC. Por ejemplo, el al menos un consumidor de energía de CC podría programarse para simplemente emplear energía eléctrica de la red de enlace de CC y los al menos dos inversores podrían programarse para proporcionar energía eléctrica a la red de enlace de CC simultáneamente mediante, por ejemplo, la implementación de la misma curva de caída.

15

20 **[0047]** Una variante adicional de la disposición de red de energía local 1 según la invención comprende al menos una unidad de almacenamiento de energía 10 conectada a la red de enlace de CC 7. En este caso, los inversores 6 y la al menos una unidad de almacenamiento de energía 10 podrían disponerse de manera que sean capaces de coordinar una transferencia de energía a través de la red de CC 7 hacia o desde la unidad de almacenamiento de energía 10. La transferencia real de energía podría establecerse, por ejemplo, mediante el
25 seguimiento de un nivel de tensión en el enlace de CC 7 para controlar la transferencia. Por ejemplo, si la tensión se encuentra en el nivel de umbral de saturación superior (por ejemplo, 780 V), la unidad de almacenamiento 10, por ejemplo, una batería eléctrica, podría emplear el enlace de CC 7 para obtener energía eléctrica y almacenarla en la batería si la batería no está llena. Del mismo modo, si el nivel de tensión en el enlace de CC 7 está en el nivel de saturación más bajo (digamos 740 V), la unidad de almacenamiento 8, por ejemplo, una batería, podría circular energía
30 eléctrica en el enlace de CC 7 si se carga al menos en algún grado. En la fig. 1, se muestra una unidad de almacenamiento 10 conectada a la red de enlace de CC a través de un convertidor de CC-CC. El convertidor de CC-CC se muestra como un ejemplo para un caso donde la unidad de almacenamiento requeriría una adaptación del nivel de tensión al nivel de tensión de la red de enlace de CC.

35 **[0048]** Una ventaja con esta disposición es que una unidad de almacenamiento de energía conectada al enlace de CC puede compartirse entre varias redes de CA locales 2 conectadas a la red de enlace de CC 7 de modo que el coste de dicha unidad de almacenamiento de energía puede reducirse para cada red local 2 que participa en el uso de la unidad. La disminución del coste para cada red local participante 2 surge tanto al poder poseer una parte de una unidad completa en lugar de una unidad completa como al reducir el coste de instalación de la unidad.

40

[0049] Sólo hay una instalación necesaria para la unidad de almacenamiento compartida por las redes en comparación con si cada una de las redes locales hubiera tenido una unidad instalada propia. Por tanto, el porcentaje del coste para la unidad que se atribuye a la instalación de la unidad es menor para esta solución compartida.

45 **[0050]** Podría argumentarse que compartir una unidad de almacenamiento de energía significa una propiedad compartida correspondiente y, por lo tanto, acceso a la unidad, lo que implica que el coste por kWh o la capacidad de suministro de energía disponible para cada red local participante sería el mismo que si cada una de las redes locales participantes hubiera comprado su propia unidad de almacenamiento. Sin embargo, esto no es del todo cierto, ya que en la práctica la necesidad de utilizar la unidad de almacenamiento de energía se produciría en diferentes momentos
50 para diferentes redes locales. Así pues, no todas las redes locales necesitarían la unidad de almacenamiento al mismo tiempo. De esta manera, debido a la necesidad cambiante de tiempo de la unidad de almacenamiento, cada participante está obteniendo más rendimiento por unidad de coste en comparación con si cada uno hubiera comprado una unidad de almacenamiento propia.

55 **[0051]** Ejemplos de ventajas con la unidad de almacenamiento que obtienen cada vez más al compartir son: energía adicional disponible para, por ejemplo, cargar un coche eléctrico sin necesidad de aumentar la potencia nominal del (los) fusible (s) que los conectan a la red de distribución de electricidad. Por lo tanto, evitan tener que pagar por un aumento de la potencia nominal a la compañía eléctrica. Así mismo obtienen una mayor capacidad para ahorrar energía eléctrica producida por una instalación fotovoltaica que poseen.

60

Algunos comentarios sobre el control

[0052] Para el esquema propuesto de control de la disposición de red local mediante el uso del nivel de tensión en la red de enlace de CC, es concebible utilizar diferentes formas de establecer los niveles de referencia de los
65 componentes conectados a la red de enlace de CC. Por ejemplo, todos los inversores, baterías, cadenas de células

solares, *etc.* podrían prepararse con un conjunto de umbrales de potencia, los valores de referencia de los que están operando dependen del nivel de tensión en el enlace de CC. Es decir, los umbrales y valores de referencia para todos los inversores y todos los demás componentes del sistema pueden estar predefinidos. Sin embargo, también es concebible que puedan enviarse a través de un medio de comunicación como Ethernet, radio o comunicación de línea eléctrica (CLE). Puesto que no hay funcionalidad de control crítico en el tiempo vinculada a los valores de referencia, los requisitos en el canal de comunicaciones son bastante relajados. Por tanto, el canal de comunicaciones puede ser un ancho de banda bastante bajo y también una latencia relativamente alta.

[0053] El uso de un medio de comunicación permitiría una coordinación más dinámica de los flujos de energía en la red de enlace de CC. Por ejemplo, en combinación con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, es posible un controlador de red de enlace de CC 11. Dicho controlador de red de CC 11 podría disponerse para recopilar datos de estado de dispositivos conectados directa o indirectamente a la red de enlace de CC y/o para recopilar datos de estado de otras fuentes, y para emitir instrucciones de control a dispositivos conectados a la red de enlace de CC en vista de cualquier dato de estado recopilado para coordinar la transferencia de energía a través de la red de CC 7 en una dirección deseada. Esto se ilustra en la fig. 1, donde se observa que el controlador de red de enlace de CC está en contacto con los inversores 6. También son posibles otras disposiciones del controlador de enlace de CC. El significado de "y/o para recopilar datos de estado de otras fuentes" es que el controlador de enlace de CC puede recopilar datos de estado de fuentes conectadas directa o indirectamente a la red de enlace de CC y también recopilar datos de estado de otras fuentes o podría recopilar datos de estado de otras fuentes únicamente.

[0054] Los datos de estado pueden incluir consumo de energía eléctrica de red de CA local presente, producción de energía eléctrica presente disponible en la red de enlace de CC, estado de carga de una unidad de almacenamiento de energía conectada a la red de enlace de CC, energía disponible de una fuente de energía de CC conectada y muchos otros parámetros. Además, también son posibles datos de estado más abstractos, como el estado de salud de las baterías, información de precios de red de distribución, perfil de carga, *etc.* La información sobre precios de red de distribución sería un ejemplo de datos de estado de otras fuentes, es decir, fuentes que no están conectadas directa o indirectamente a la red de enlace de CC. Cabe señalar que, en este esquema, y siempre que las unidades que están conectadas a la red de enlace de CC estén configuradas con un conjunto (predeterminado) de valores de control de caída de referencia, no se necesita control central del sistema. Así pues, en este caso, los datos de estado decididos de forma centralizada tienen únicamente por objeto optimizar el funcionamiento de la red. Basándose en los datos de estado, el controlador de red de enlace de CC 11 puede tomar una decisión sobre cómo coordinar la transferencia de energía eléctrica a través de la red de CC 7 en una dirección deseada y enviar las instrucciones de control a los dispositivos conectados a la red de enlace de CC 7. Para un tipo de control de tensión descrito anteriormente, dichas instrucciones de control podrían comprender límites de tensión de CC superior e inferior, así como parámetros que describen una relación entre una tensión en la red de enlace de CC y el grado de alguna acción que un dispositivo que recibe las instrucciones debería tomar.

[0055] Por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento, como una batería, conectado a la red de enlace de CC podría recibir un límite de tensión superior donde debería comenzar el almacenamiento de energía y un límite de tensión inferior donde debería detenerse el almacenamiento de energía eléctrica. Dicha unidad de almacenamiento también podría recibir parámetros, por ejemplo, los parámetros para una línea recta, que describe con cuánta energía debe proceder el almacenamiento en dependencia del nivel de tensión entre los límites de tensión superior o inferior. El mismo principio podría aplicarse en el caso de descarga del dispositivo de almacenamiento.

[0056] Las instrucciones de control podrían enviarse a dispositivos conectados al enlace de CC utilizando un medio de comunicación adecuado como Ethernet, radio o comunicación de línea eléctrica (CLE), como se mencionó anteriormente.

[0057] El controlador de red de enlace de CC 11 podría ser una parte de un inversor 6 conectado a la red de enlace de CC 7. Sin embargo, son posibles otras realizaciones. Por ejemplo, el controlador de red de enlace de CC 11 podría ser un software que se ejecuta en un servidor. La única necesidad es que el controlador de red de enlace de CC 11 pueda comunicarse con los otros dispositivos conectados a la red de enlace de CC 7 a través de un canal de comunicaciones adecuado.

[0058] La disposición de red de energía local 1 según cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente puede comprender además un sensor de corriente 12 conectado a una red de CA local 2, véanse las figs. 1 y 2. El sensor de corriente 12 estaría conectado a la red de CA 2 de modo que sea capaz de medir una corriente de CA que fluye entre la red de distribución de CA 3 y la red de CA local 2 y comunicar una medición de esa corriente a una entidad en la disposición de red de energía local 1. Dicha entidad puede ser el inversor conectado a la misma red de CA local 2 que el sensor 12, pero también puede ser otra entidad en la disposición de red de energía local 1, tal como, por ejemplo, el controlador de red de enlace de CC 11 mencionado anteriormente.

[0059] La energía disponible y la necesidad de energía pueden determinarse, por ejemplo, detectando la potencia de red de distribución de CA mediante dichos sensores de corriente 12 y comparándola con los umbrales en los que la potencia de red debe permanecer dentro. El sensor de corriente 12 se puede implementar utilizando

transformadores de corriente, derivaciones de corriente, sensores de compuerta de flujo o un dispositivo similar. En la figura 2, se puede observar que un consumidor de energía eléctrica de CA 5 que consume P vatios de potencia se alimenta $1/2 P$ desde su conexión a la red de distribución de CA 3 a través del contador 4. La otra mitad de los P vatios de potencia proviene de la red de enlace de CC 7. En el caso de la fig. 2, este $1/2 P$ de potencia también proviene de la red de distribución de CA, pero a través de otra conexión/contador/fusible (s) principal (es). De esta manera, se reduce la potencia tomada sobre la conexión a la red de distribución de CA 3 con el contador 4 y, por lo tanto, también se pueden reducir los fusibles de red de esta conexión. En este escenario, el contador 12 puede ayudar a determinar cuánta energía se puede extraer de la otra conexión/contador/fusible (s) principal (es) antes de golpear, por ejemplo, el régimen nominal máximo de los fusibles de red. En el ejemplo de la figura 2, $1/2 P$ se extrae sobre esta otra conexión, luego se propaga a través de la red de enlace de CC 7 y se entrega al consumidor P.

[0060] Como nota adicional, otra posibilidad, en un caso de referencia sin sensores, es, por ejemplo, que un inversor simplemente monitoree la tensión en la red de enlace de CC y, si la energía de CC está disponible allí, empujar esa energía a la red de CA local. Cualquier carga en la red local de CA podría entonces utilizar esa energía. Si no hubiera necesidad de energía eléctrica en la red local de CA, entonces la energía empujada a la red local de CA en este escenario simplemente encontraría en cambio su camino a la red de distribución de electricidad.

[0061] Las mediciones del sensor 12 permiten que cualquier entidad adecuada en la disposición de red de energía local 1 tome una decisión basada en la transferencia de energía entre dicha red de CA local 2 y la red de distribución de CA 3. Por ejemplo, si el consumo de energía eléctrica de la red de distribución de CA 3 se redujera al mínimo y el consumo actual fuera superior a cero, podría decidirse desviar más energía eléctrica de la red de enlace de CC 7 a la red de CA local 2 en cuestión.

Lista de signos de referencia

25

[0062]

1. Disposición de red eléctrica
2. Red de tensión de CA local
- 30 3. Red de distribución de electricidad de CA
4. Contador de electricidad
5. Consumidor de electricidad (carga)
6. Inversor bidireccional
7. Red de enlace de CC local
- 35 8. Fuente de energía de CC
9. Consumidor de energía
10. Unidad de almacenamiento de energía
11. Controlador de red de CC
12. Sensor de corriente

REIVINDICACIONES

1. Disposición de red de energía local (1) que comprende:
- 5 - al menos dos redes de tensión de corriente alterna
-CA- locales separadas (2), cada una conectada a una red de distribución de electricidad (3) a través de al menos un fusible de red y un contador de electricidad (4), comprendiendo dichas al menos dos redes de CA locales separadas (2) al menos un consumidor de energía eléctrica de CA (5),
10 - un inversor eléctrico de CA/CC bidireccional (6) para cada red de CA local (2), situado junto con su red de CA local y conectado a ella (2),
- un enlace de corriente continua -CC- local (7) conectado directamente a cada inversor, conectando así indirectamente las redes de CA (2),
- donde los inversores (6) están dispuestos de modo que sean capaces de coordinar una transferencia de energía a través del enlace de CC (7) en una dirección deseada.
- 15 2. Disposición de red de energía local (1) según la reivindicación 1, donde los inversores (6) están dispuestos para reducir la transferencia de energía de la red de distribución (3) a un primer consumidor de energía eléctrica de CA en una primera red de tensión de CA local a través del fusible de red y del contador de electricidad de esa primera red de tensión de CA local mediante la transferencia de energía eléctrica a través del enlace de CC (7) al
20 inversor conectado a la primera red de tensión de CA local y donde la energía eléctrica desviada a dicho inversor proviene de al menos otro inversor en el enlace de CC (7).
3. Disposición de red de energía local (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde hay al menos una fuente de energía de CC (8), distinta de los inversores, conectada al enlace de CC (7) y donde al menos un
25 inversor está dispuesto para consumir energía de CC producida por la al menos una fuente de energía de CC (8).
4. Disposición de red de energía local (1) según la reivindicación 3, donde los inversores están dispuestos para consumir la salida de energía de la al menos una fuente de energía de CC (8) de modo que la energía de la al menos una fuente de energía de CC (8) se divide entre al menos dos inversores.
- 30 5. Disposición de red de energía local (1) según la reivindicación 3 o 4, donde los inversores (6) están dispuestos para al menos reducir cualquier transferencia de energía de la al menos una fuente de energía de CC (8) en el enlace de CC local a la red de distribución (3) desviando al menos algo de electricidad disponible de la fuente de energía de CC (8) a cualquier consumidor en el enlace de CC (7) o a cualquier consumidor en cualquiera de las redes
35 de tensión de CA locales (2) a través de un inversor respectivo.
6. Disposición de red de energía local (1) según cualquiera de las reivindicaciones 3-5, donde los inversores (6) están dispuestos para desviar el exceso de producción de electricidad de la al menos una fuente de energía de CC (8) en el enlace de CC local (7) a al menos una red de CA local específica para transferirla a la red de
40 distribución (3) de esa al menos una red de CA local a través del contador de electricidad de esa al menos una red de CA local.
7. Disposición de red de energía local (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, donde hay al menos un consumidor de energía de CC (9), distinto de los inversores, conectado al enlace de CC (7) y donde los inversores
45 (6) están dispuestos para proporcionar energía al al menos un consumidor de energía de CC (9) de modo que la energía proporcionada al al menos un consumidor de energía de CC (9) proviene de al menos dos inversores.
8. Disposición de red de energía local (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde hay al menos una unidad de almacenamiento de energía (10) conectada al enlace de CC (7) y donde los inversores (6) y la al menos
50 una unidad de almacenamiento de energía (10) están dispuestos de manera que sean capaces de coordinar una transferencia de energía a través del enlace de CC (7) hacia o desde la unidad de almacenamiento de energía (10).
9. Disposición de red de energía local (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, que comprende un controlador de red de CC (11) dispuesto para recopilar datos de estado de dispositivos conectados directa o
55 indirectamente al enlace de CC, y/o para recopilar datos de estado de otras fuentes, y para emitir instrucciones de control a dispositivos conectados al enlace de CC en vista de cualquier dato de estado recopilado para coordinar la transferencia de energía a través del enlace de CC (7) en una dirección deseada.
10. Disposición de red de energía local (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, que comprende un
60 sensor de corriente (12) conectado a una red de CA local (2) de modo que el sensor de corriente (12) sea capaz de medir una corriente de CA que fluye entre la red de distribución de CA (3) y la red de CA local (2) y comunicar una medición de la corriente de CA que fluye entre la red de distribución de CA (3) y la red de CA local (2) a una entidad en la disposición de red de energía local (1).

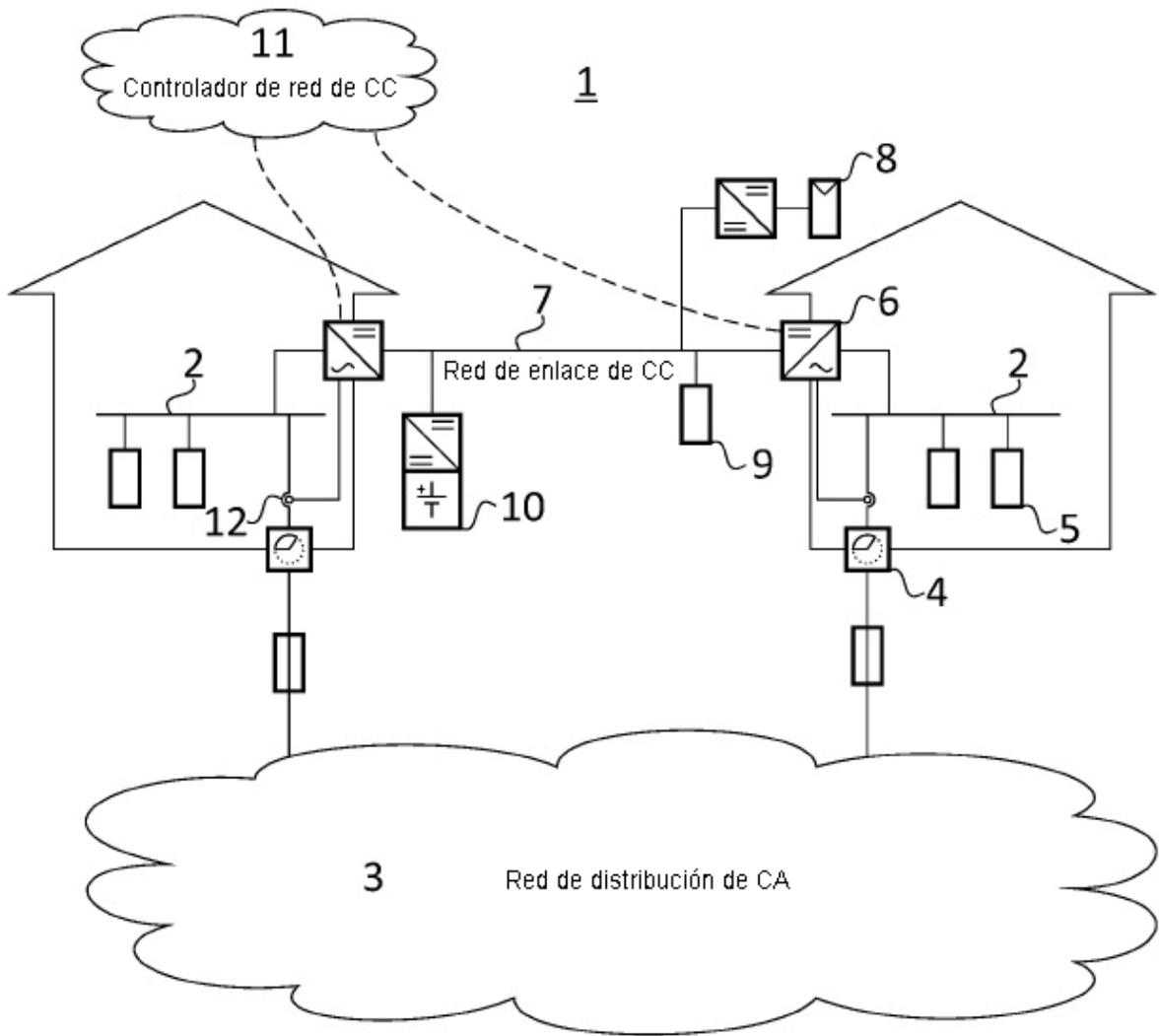


Fig. 1

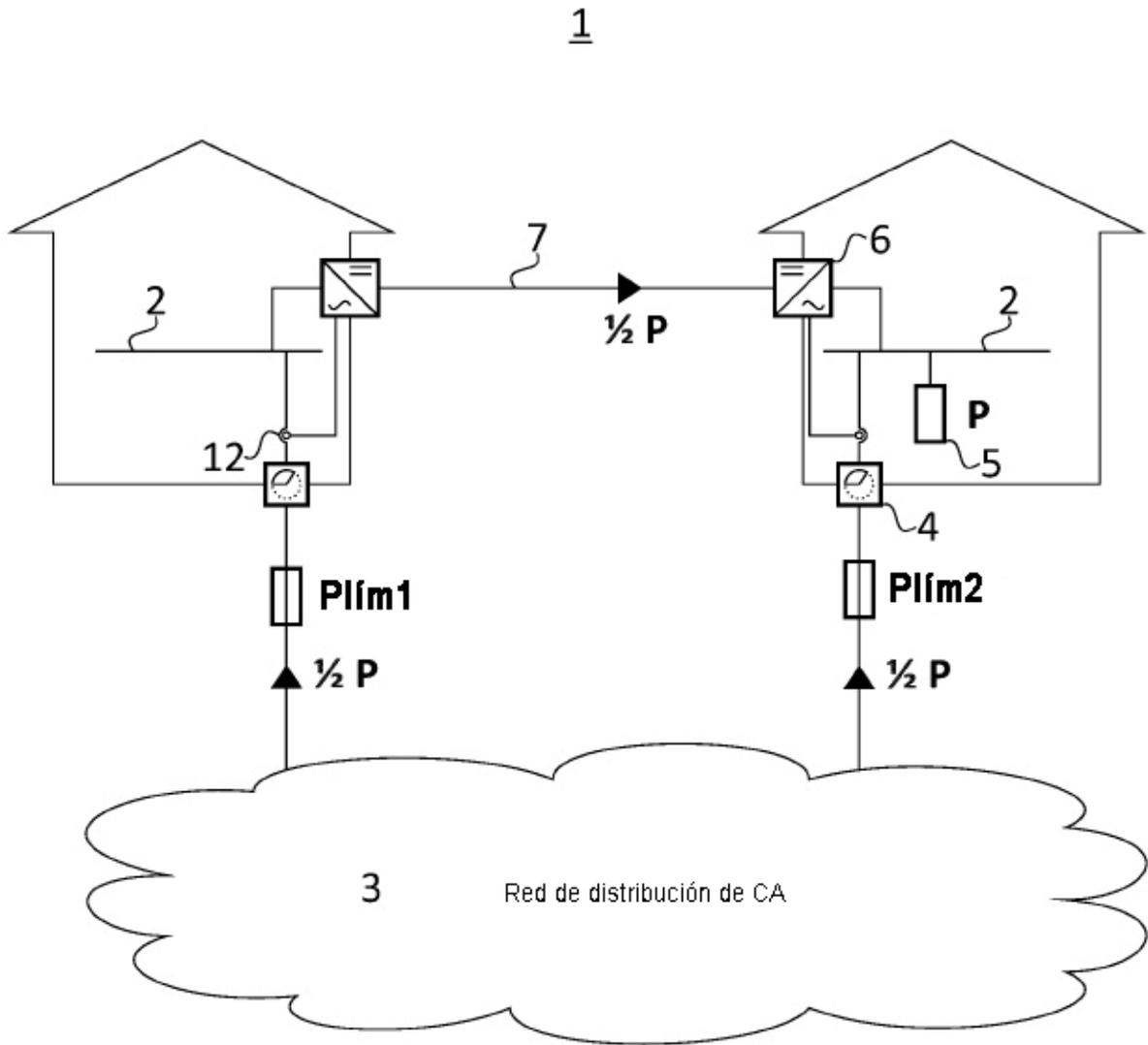


Fig. 2

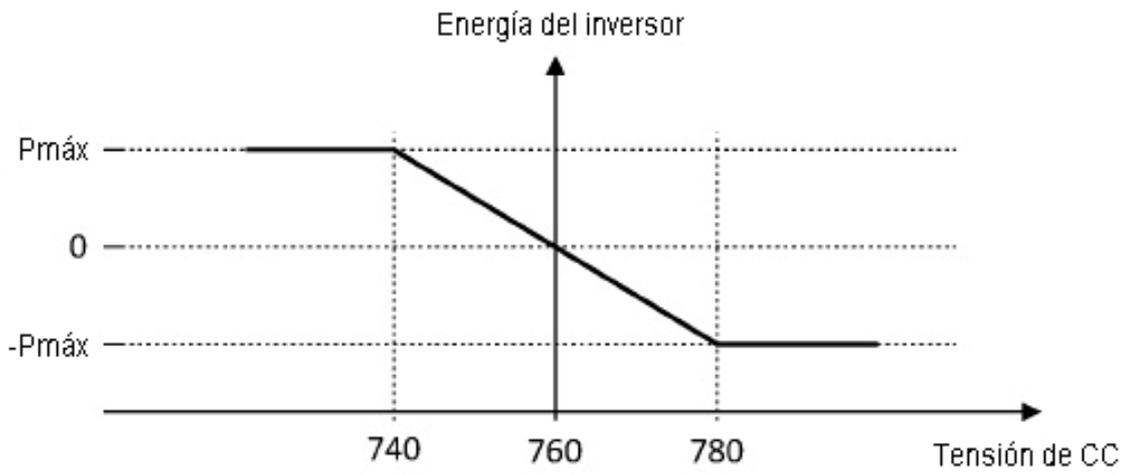


Fig. 3

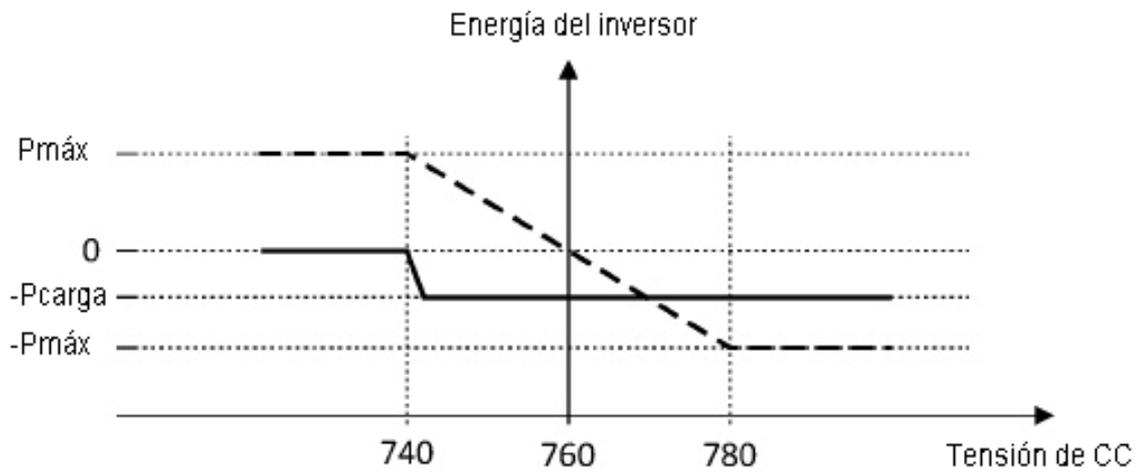


Fig. 4