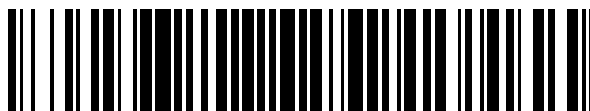


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 213**

51 Int. Cl.:  
**H02J 3/38**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06736703 .7**

96 Fecha de presentación: **01.03.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1866717**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2007**

54 Título: **Método y dispositivo que permiten aislar intencionadamente fuentes de generación de energía distribuidas**

30 Prioridad:  
**01.03.2005 US 657842 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.10.2012**

73 Titular/es:  
**BEACON POWER CORPORATION (100.0%)  
234 BALLARDVALE STREET  
WILMINGTON, MA 01887, US**

72 Inventor/es:  
**CAPP, WILLIAM, F.;  
LAZAREWICZ, MATTHEW, L. y  
ROJAS, HERNAN, ALEX**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, Isabel**

ES 2 389 213 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**

Método y dispositivo que permiten aislar intencionadamente fuentes de generación de energía distribuidas

5 Referencia cruzada a la solicitud relacionada

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional de Estados Unidos número de serie 60/657.842 presentada el 1 de marzo de 2005.

10 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método y un dispositivo para aislar intencionadamente una o más fuentes de generación de energía distribuidas, conectadas a una mini-red de servicio y más en particular, se refiere a un método y un dispositivo para desconectar una mini-red de servicio que incluye una o más fuentes de generación de energía distribuidas (DG) desde una red de servicio y para explotar independientemente la mini-red de servicio.

Antecedentes de la invención

20 La generación distribuida (DG) es el uso de las tecnologías de generación de energía situadas próximas a una o más cargas a las que sirve. Los recursos de energías distribuidas (DER) es otro término que describe el uso de una o más fuentes de DG y/o otros componentes que están interconectados con la red de servicio. Dicha interconexión implica el montaje de los diversos componentes de tal manera que satisfagan las exigencias operativas del proveedor de servicios públicos que explota la red de servicio en esa jurisdicción. Estas exigencias operativas incluyen normas de seguridad sobre equipos eléctricos y los reglamentos promulgados por el Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) y el Underwriters Laboratory (UL). Por ejemplo, requisitos de interconexión para sistemas DER se estipulan en la norma de 25 "Punto de Acoplamiento Común" (PCC) de IEEE 1547. A modo de otro ejemplo, el UL exige que cada fuente de DG, que se interconecta con la red de servicio, satisfaga individualmente los requisitos establecidos en la norma UL 1741.

30 La generación de energía distribuida se hace cada vez más común, a escala mundial, como fuentes de energías alternativas que se utilizan para generar energía eléctrica. En los Estados Unidos, la desregulación de los servicios públicos eléctricos ha influido en el desarrollo de fuentes de energías independientes, que están vinculadas a la red de servicio. Las fuentes de DG típicas incluyen generadores de turbinas, generadores/motores de combustión interna, microturbinas, turbinas de gas, paneles solares/fotovoltaicos, aerogeneradores, pilas de combustible, baterías, sistemas de almacenamiento del tipo de condensadores y sistemas de almacenamiento de energía mediante volantes. Los grupos de interés de DG incluyen empresas proveedoras de energía, proveedores de equipos, reguladores, usuarios de la 35 energía y entidades financieras y de soporte técnico.

Ejemplos de generación de energía distribuida incluyen un hospital que utiliza un motor alternativo para energía de reserva o para permitir hacer frente a los consumos máximos, un fabricante de circuitos integrados para ordenadores que 40 utiliza una pila de combustible y que utiliza fuentes de DG para garantizar una calidad de energía adecuada, una planta química que utiliza una turbina de combustión y fuentes residenciales tales como paneles fotovoltaicos, baterías y pilas de combustible. Las aplicaciones de DG comunes incluyen dispositivos de reducción de carga, energía de reserva, satisfacción de la máxima demanda, medición neta, paneles solares residenciales, en combinación con calor (CHP), soporte de red de distribución, energía primaria, sistemas de islas y de agricultura a distancia. Las configuraciones 45 comunes incluyen sistemas híbridos, independientes de la red de servicio o conectados a la red de servicio y mini-red de servicio.

Los sistemas de DG pueden proporcionar varias ventajas, dependiendo del sistema particular, incluyendo, sin limitación, mayor fiabilidad, soluciones personalizadas, capacidad de suministro de energía de alta calidad, ahorros cuando se 50 combinan con calor (CHP), cargas de demanda reducidas, energía en condiciones remotas y en islas, ventaja medioambiental si se utilizan recursos renovables e independencia de la energía.

Sin embargo, los sistemas de DG actuales tienen varias limitaciones, por ejemplo, pequeñas redes de servicio no suelen disponer de mucha carga o generación, por término medio, y necesitan más estabilización de tensión y de frecuencia, en el orden de magnitud de 10-20%, en comparación con la mayoría de las redes de servicio que requieren un ajuste del 1- 55 2% para la estabilización de la tensión y de la frecuencia. Además, las fuentes de DG tienden a no seguir adecuadamente las cargas. Las pilas de combustible, los aerogeneradores, las microturbinas y las fuentes de gas natural son alternativas, pero requieren la existencia de importantes entidades operativas VARs y/o almacenamiento de energía sensible a la demanda. Otras limitaciones técnicas incluyen la falta de una norma única para la comunicación 60 con los sistemas de DG, la necesidad de reservas, el denominado arranque en negro y sobrecargas así como conflictos entre sistemas anti-islas.

Los problemas de interconexión afectan a los servicios y usuarios de DG. El usuario de DG desearía recibir soporte de tensión, regulación de la frecuencia y reserva desde la red de servicio, pero con frecuencia, está sometido a cargas importantes simplemente para recibir VARs "gratuitos". Además, las normas de control para sistemas híbridos pueden ser difíciles de seguir para el usuario de DG. Por el contrario, las empresas de servicios públicos reciben una alta 65

demanda de VARs, que se generan a expensas de las ventas de energías reales, las empresas de servicios públicos también están preocupadas por las cuestiones de seguridad y establecimiento de islas operativas, la variabilidad de la potencia neta, la comunicación, tasas de establecimiento y la no recepción de alivio de congestión si se requiere energía de reserva. Aunque los usuarios de DG requieren una conexión a la red de servicio, los operadores de servicios públicos consideran a DG como una carga.

Los consumidores comerciales de servicios y los grandes clientes residenciales que soportan cargas importantes, suelen mantener una conexión primaria con la red de servicio pero, a veces, utilizan fuentes de generación de energía de reserva para prestar servicio a sus cargas en el caso de una disrupción en el suministro de energía. Dichos consumidores pueden conectarse a la red de servicio en una de dos disposiciones básicas: una disposición unidireccional tradicional y una disposición bidireccional. En la disposición unidireccional tradicional, el consumidor de servicios utiliza fuentes de generación de energía de reserva, tales como baterías o generadores diesel, solamente en el caso de una disrupción en el suministro de energía, que interfiere con el suministro de energía desde la red de servicio. De no ser así, no se suelen utilizar las fuentes de reserva.

En una disposición bidireccional, las fuentes de generación de energía están dispuestas para proporcionar una generación distribuida (DG) y para funcionar sobre una base periódica o prácticamente continua. En las disposiciones bidireccionales, a una o más cargas y las fuentes de DG están conectadas para formar una mini-red de servicio que tiene una conexión con la red de servicio. Una mini-red de servicio suele referirse a una o más fuentes de energía independientes (p.e., fuentes de DG), una o más cargas y otros componentes tales como circuitos de conexión eléctrica que están enlazados juntos, en donde la mini-red de servicio suele mantener una conexión primaria con la red de servicio.

Con las disposiciones bidireccionales, el consumidor permanece conectado a la red de servicio y se convierte en un comprador neto de energía durante las condiciones operativas de carga máxima; por ejemplo, una fábrica compraría energía durante las horas de máxima demanda. El consumidor de servicios públicos revende luego la energía no utilizada, generada por las fuentes de DG, durante las horas sin picos de demanda o a veces, cuando las demandas de carga son mínimas.

Convencionalmente, para satisfacer las demandas de carga en las horas de máximo consumo, es necesario y deseable, para los operadores de mini-redes de servicio, que se incluyan fuentes de DG para mantener una conexión a la red de servicio. Sin dicha conexión continua, la mini-red de servicio puede sufrir de problemas de fiabilidad y de calidad de la energía. Estos problemas se refieren a dos importantes parámetros del sistema: estabilidad de la frecuencia y regulación de la tensión.

La frecuencia y la tensión están relacionadas con los tipos de energía suministrada por el proveedor de servicios para la red de servicio: potencia real y potencia reactiva. La potencia real es la potencia que realiza el trabajo real y es igual al promedio temporal del producto instantáneo de la tensión y de la corriente. La potencia reactiva es la potencia que existe en el sistema de transmisión y distribución eléctrica debido a los elementos capacitivos e inductivos inherentes en el sistema. La potencia reactiva, también conocida como potencia imaginaria, se refiere también, a veces, como "VAR" o "VARs". La potencia reactiva es el producto instantáneo de la tensión y de la corriente, en donde la corriente está desplazada en fase en más o menos 90 grados.

Tanto la potencia real como la potencia reactiva se generan y suministran a consumidores de servicios a través de la red de servicio. La generación de potencia real está asociada con la estabilidad de la frecuencia. En Estados Unidos, la corriente eléctrica se genera con el fin de proporcionar una corriente alterna (AC) a una frecuencia deseada de 60 Hz. Con el fin de mantener la frecuencia de corriente alterna AC dentro de límites y/o márgenes deseados, la diferencia entre la carga y la potencia que se genera se determina periódicamente y esta diferencia se utiliza para aumentar o disminuir el rendimiento de las instalaciones de generación de energía/generadores. En condiciones normales, aproximadamente un uno por ciento (1%) de la energía que se transmite y/o capaz de generarse y proporcionarse a la red de servicio está reservada para un ajuste fino o regulación de la frecuencia de corriente alterna AC de la energía eléctrica que se distribuye. Un sistema para regular la frecuencia de la energía generada, utilizando sistemas de almacenamiento de energía mediante volante, se describe en la patente de Estados Unidos número de serie 10/920.146, presentada el 16 de agosto de 2004, que se incorpora aquí por referencia. Los consumidores de servicios confían en una conexión continua con la red de servicio para proporcionar una estabilidad de la frecuencia, lo que impide daños a los equipos eléctricos y cargas.

Aunque los consumidores son directamente facturados (p.e., en kilovatios-horas) por la potencia real consumida por sus cargas enlazadas a la red de servicio, el acceso a la potencia reactiva (o VARs) es también importante. La potencia reactiva suministrada a través de la red de servicio es crítica para proporcionar una regulación de la tensión o capacidades de adaptación de cargas. En las disposiciones convencionales de mini-red de servicio, existe un riesgo para el equipo de carga de que pueda resultar deteriorado por una tensión de servicio o una frecuencia de servicio inestable cuando la mini-red de servicio se desconecta de la red de servicio. Debe proporcionarse una supervisión continua y control de la mini-red de servicio por operadores distantes y locales, puesto que los sistemas de DER son sensibles a las perturbaciones de la energía eléctrica procedente de la red de servicio y viceversa.

5 Cuando una mini-red de servicio está desconectada de la red de servicio, las fuentes de DG de la mini-red de servicio llegan a enlazarse directamente con una o más cargas. En casos en que exista una conexión inhibida entre la mini-red de servicio y la red de servicio, se produce una condición conocida como "formación de islas". La formación de islas se define, para los fines de esta solicitud, como el funcionamiento continuado de un sistema de DER o mini-red de servicio cuando la red de servicio ha sido objeto de desconexión o de cualquier otro modo, desconectada de la mini-red de servicio, de modo que no circula ninguna energía eléctrica desde la red de servicio a la mini-red de servicio.

10 Convencionalmente, en una condición de formación de islas, las fuentes de DG de la mini-red de servicio están directamente enlazadas a una o más cargas y ninguna potencia real ni potencia reactiva se proporciona por la red de servicio. En algunos casos, la mini-red de servicio permanece conectada a la red de servicio, de modo que se suministre energía eléctrica desde la mini-red de servicio a la red de servicio, lo que puede dar lugar a problemas de calidad para el proveedor de servicios puesto que la energía suministrada a la red de servicio puede no satisfacer los requisitos exigidos para la tensión y la frecuencia. Un convertidor de potencia 'anti-islas' ha sido desarrollado para la protección contra los problemas asociados con las condiciones de formación de islas operativas. Según se describe en las patentes de Estados Unidos números 6.219.623 y 6.810.339, dichos convertidores se utilizan para aislar fuentes de DG desde la red de servicio cuando las mediciones de la tensión y la frecuencia están fuera de márgenes aceptables.

20 Cuando la mini-red de servicio funciona en una condición de formación de islas, de modo que ninguna energía eléctrica fluye desde la red de servicio a la mini-red de servicio, las fuentes de DG de la mini-red de servicio pueden no suministrar potencia real o potencia reactiva suficiente para satisfacer los requisitos operativos del equipo de soporte de carga. Aún cuando la potencia real generada temporalmente se adapte a las cargas, pueden plantearse problemas asociados con la regulación de la frecuencia y la regulación de la tensión, según se indicó anteriormente. Además, la selección o combinación de fuentes de DG enlazadas a la mini-red de servicio puede dar lugar a problemas de calidad de la energía o de seguimiento de las cargas. Por ejemplo, las pilas de combustible pueden 'dispararse' operativamente *off line* debido a grandes cargas cíclicas transitorias, mientras que los generadores síncronos tienden a desconectarse simplemente cuando la mini-red de servicio está aislada o desconectada de la red de servicio.

30 Los sistemas de DER, capaces de supervisarse y controlarse a distancia, son deseables para los operadores de servicios y de áreas. Lamentablemente, la falta de normalización en los protocolos de comunicación y conexiones físicas para los sistemas de DER suelen ser inviables para los operadores de servicios y de áreas para obtener acceso a estos sistemas de mini-red de servicio/DER. En la mayoría de los casos, los servicios suelen requerir datos agregados tales como producción total, capacidad disponible total y estado operativo de los sistemas de DER. Las situaciones se complican todavía más por instalaciones con múltiples sistemas DER y mini-redes de servicio que requieren canales de comunicación independientes.

35 Por ello, sería deseable dar a conocer un dispositivo universal y método para conectar mini-redes de servicio que funcionan bajo varios protocolos de comunicación con la red de servicio.

40 Además, sería deseable dar a conocer un dispositivo y un método para permitir el funcionamiento continuado de las fuentes de DG en una mini-red de servicio para suministrar energía a una o más cargas conectadas a la mini-red de servicio al producirse la desconexión desde la red de servicio. Dicho de otro modo, sería deseable aislar intencionadamente las mini-redes de servicio de los sistemas DER/fuentes DG en el caso de disrupción o desconexión desde la red de servicio. Actualmente, los dispositivos y técnicas disponibles no proporcionan capacidades sustanciales de estabilidad de frecuencia y de seguimiento de la carga para permitir un funcionamiento prácticamente continuo de una mini-red de servicio cuando se desconecta de la red de servicio.

50 El documento US 2004/051387 A1, LASSETER ET AL: "Integración de recursos de energías distribuidas en el concepto de microred de CERTS", CONSORCIO DE LIBRO BLANCO PARA SOLUCIONES TECNOLÓGICAS DE FIABILIDAD ELÉCTRICA, XX, XX, nº LBNL-50829, 1 de abril de 2002 (2002-04-01), páginas 1-27, XP002968309 y LASSETER R H ED-INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Micro-redes de distribución" 2002 IEEE POWER ENGINEERING SOCIETY. WINTER MEETING. CONFERENCE PROCEEDINGS. NEW YORK, NY, 27-31 de enero de 2002; [IEEE POWER ENGINEERING SOCIETY]; NEW YORK, NY. IEEE, US LNKD -DOI: 10.1109/PESW 2002.985003, vol. 1, 27 de enero de 2002 (2002-01-27), páginas 305-308, XP010578286 ISBN: 978-0-7803-7322-8, dan a conocer mini-redes de servicio que pueden separarse de una red de servicio, en donde se pueden controlar individualmente la frecuencia y la tensión de las fuentes de suministro de energía de las mini-redes de servicio. Otras redes de servicio se conocen a partir de los documentos US 5.754.033 A o US 6.219.623 B1.

Sumario de la invención

60 Un método según se define en la reivindicación 1 y un dispositivo según se define en la reivindicación 10 se dan a conocer en la presente invención. Las reivindicaciones subordinadas definen otras formas de realización.

65 Se da a conocer un método y dispositivo para la explotación de mini-redes de servicio en al menos dos estados de servicio, en donde una mini-red de servicio, a modo de ejemplo, incluye una o más fuentes de generación distribuida (DG) y una o más cargas. En un primer estado, la mini-red de servicio está conectada a una red de servicio. Si se produce una disrupción del suministro de energía a través de la red de servicio, la mini-red de servicio se puede

desconectar de la red de servicio, de modo que la mini-red de servicio sea utilizable en un segundo estado de aislamiento intencionado de la red de servicio. El método y el dispositivo según la invención utilizan un dispositivo de interconexión universal para proporcionar la conexión entre la mini-red de servicio y la red de servicio, normalizando, de este modo, las conexiones de mini-redes de servicio que operan bajo protocolos de comunicación distintos y que permiten la supervisión local y a distancia de las mini-redes de servicio.

La mini-red de servicio incluye una o más fuentes de DG y una o más cargas que están conectadas juntas por medio de una barra colectora que, preferentemente, es una barra colectora de corriente alterna trifásica que opera a 60 Hz o a la misma frecuencia que la red de servicio. Las fuentes de DG pueden incluir generadores de turbinas, generadores/motores de combustión interna, microturbinas, turbinas de gas, paneles solares/fotovoltaicos, aerogeneradores, pilas de combustible, baterías, sistemas de almacenamiento del tipo de condensadores y sistemas de almacenamiento de energía mediante volante.

Según la presente invención, el dispositivo de interconexión universal incluye al menos un módulo de comunicación/control, un dispositivo de almacenamiento de energía y un inversor o compensador de calidad de la energía. El módulo de comunicación/control está configurado para recibir señales desde un operador de redes de servicio o ISO o como alternativa, incluye sensores para supervisar las condiciones de la red de servicio. En caso de producirse una interrupción del suministro de energía o problemas de calidad en la red de servicio, la mini-red de servicio se puede desconectar de la red de servicio y funcionar independientemente de la red de servicio, esto es, en un estado de aislamiento intencionado de la mini-red de servicio.

Cuando funciona con independencia de la red de servicio, las cargas conectadas a la mini-red de servicio son objeto de servicio directo por las fuentes de DG conectadas a la mini-red de servicio. Una tensión de la mini-red de servicio es continua o periódicamente supervisada por un módulo de comunicación/control. Si aumenta la tensión, el dispositivo de interconexión universal, que incluye al menos un compensador de calidad de la energía, absorbe la potencia reactiva procedente de la barra colectora. Como alternativa, si disminuye la tensión, el dispositivo de interconexión universal proporciona potencia reactiva a la barra colectora. De no ser así, el módulo de comunicación/control sigue supervisando la tensión de la mini-red de servicio.

Al mismo tiempo, mientras la mini-red de servicio funciona con independencia de la red de servicio, el módulo de comunicación/control supervisa, de forma continua o periódica, una frecuencia de la mini-red de servicio. Si aumenta la frecuencia, el dispositivo de interconexión universal, que incluye al menos un dispositivo de almacenamiento de energía, absorbe potencia real desde la barra colectora. El dispositivo de almacenamiento de energía puede incluir uno o más volantes o uno o más dispositivos de generación de energía capaces de gestionar grandes cargas cíclicas y que presentan un tiempo de reacción inferior a 20 milisegundos, más preferentemente en torno a 7 o 15 milisegundos, dependiendo de la aplicación particular. Cuando el dispositivo de almacenamiento de energía se aproxima a la condición de lleno, el módulo de comunicación/control puede aportar una fuente de DG *off line* o añadir otra carga a la mini-red de servicio. Como alternativa, si disminuye la frecuencia de la mini-red de servicio, el dispositivo de interconexión universal proporciona potencia real a la barra colectora. Si el dispositivo de almacenamiento de energía se está aproximando a un estado vacío, el módulo de comunicación/control puede desconectar una carga de más baja prioridad o llevar otra fuente de DG en línea.

Un método para la explotación de una mini-red de servicio, que incluye una o más fuentes de generación de energía y una o más cargas conectadas a una barra colectora, comprende las etapas de:

Supervisar una condición de una red de servicio, desconectar la mini-red de servicio desde la red de servicio para hacer funcionar la mini-red de servicio con independencia en respuesta a una interrupción del suministro de energía a través de la red de servicio, supervisar al menos una de entre una frecuencia y una tensión de potencia en la barra colectora y hacer funcionar el dispositivo de interconexión universal para controlar la frecuencia o la tensión de la energía en la barra colectora. Los dispositivos de interconexión universales incluyen un dispositivo de almacenamiento de energía y un compensador de la calidad de la energía.

Según se estipula en esta descripción, cuando la mini-red de servicio está funcionando con independencia de la red de servicio, el dispositivo de interconexión universal es capaz de supervisar la frecuencia y la tensión de la mini-red de servicio y de equilibrar la una o más fuentes de DG con una o más cargas para proporcionar un control adecuado de la frecuencia y de la tensión.

Otros aspectos y formas de realización de la invención se examinan a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Para un mejor conocimiento de la naturaleza y objeto deseados de la presente invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada tomada en conjunción con las Figuras de los dibujos adjuntos, en donde las referencias numéricas similares indican partes correspondientes a través de las diversas vistas y en donde:

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de DER, a modo de ejemplo, conectado a una red de servicio;

La Figura 2 es un diagrama de bloques de una mini-red de servicio que incluye el sistema DER representado en la Figura 1 y un dispositivo de interconexión universal;

5 La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método según la invención para controlar la mini-red de servicio como una 'isla' operativa intencionada;

La Figura 4 es un diagrama de flujo, continuación de la Figura 3, que ilustra etapas para supervisar la tensión de la mini-red de servicio y

10 La Figura 5 es un diagrama de flujo, continuación de la Figura 3, que ilustra etapas para supervisar la frecuencia de la mini-red de servicio.

Descripción de las formas de realización preferidas

15 Haciendo referencia ahora a las diversas Figuras de los dibujos, en donde las referencias numéricas similares corresponden a partes similares, en la Figura 1 se ilustra un diagrama de bloques de un sistema ejemplo para conectar una o más fuentes de generación distribuida (DG) y una o más cargas para formar una mini-red de servicio. La mini-red de servicio está configurada y dispuesta para conectarse a una red de servicio, en donde la mini-red de servicio puede ser un sistema de recursos de energías distribuidas (DER) constituida por una o más fuentes de DG y una o más cargas.

20 Fuentes de DG adecuadas incluyen, sin limitación: generadores de turbinas, generadores/motores de combustión interna, microturbinas, turbinas de gas, paneles solares/fotovoltaicos, aerogeneradores, pilas de combustible, baterías, sistemas de almacenamiento del tipo de condensadores y sistemas de almacenamiento de energía mediante volantes. Cualquier número o combinación de estas fuentes se puede proporcionar dependiendo de la aplicación o de la mini-red de servicio particular.

25 Según se representa en la Figura 1, la red de servicio 10 puede explotarse por un proveedor de servicios públicos o un operador de áreas. La energía se genera y suministra a la red de servicio por una o más centrales energéticas 12, en donde solamente una central energética 12 se ilustra en la Figura 1 para mayor simplicidad. Una mini-red de servicio 20 se puede conectar a la red de servicio 10 mediante un conmutador de desconexión 22. Durante el funcionamiento normal de la red de servicio, el conmutador 22 está cerrado y la mini-red de servicio 20 permanece conectada a la red de servicio 10, de modo que la energía recibida desde la red de servicio 10 se pueda utilizar para la alimentación de las cargas conectadas a la mini-red de servicio 20. La energía a extraer desde la red de servicio 10 se puede comprar por el consumidor para uso en la mini-red de servicio 20. Cuando se produce energía en exceso, más allá de la que se consume por las cargas de la mini-red de servicio, la potencia excedente se puede distribuir y revender al proveedor de servicios públicos a través de la red de servicio 10.

30

35

La Figura 1 es un diagrama simplificado de conexiones entre la red de servicio 10 y varias fuentes de DG y cargas de la mini-red de servicio 20. La mini-red de servicio 20 incluye una barra colectora 24 para recibir energía eléctrica desde la red de servicio 10, para recibir energía generada por una o más fuentes de DG y para distribuir energía a una o más cargas. Por ejemplo, según se ilustra en la Figura 1, las una o más fuentes de DG pueden incluir una microturbina 40, un aerogenerador 42, una célula fotovoltaica 44 y una turbina de gas 46. Como alternativa, las fuentes de DG pueden incluir cualquier número o combinación de estas fuentes o cualesquiera otras fuentes de DG adecuadas. En la Figura 1, una pluralidad de cargas 50, 52 y 54 están conectadas a la barra colectora 24, pero la mini-red de servicio puede incluir una o más cargas dependiendo de la mini-red de servicio particular. Tal como aquí se utiliza, las cargas se refieren a cualquier equipo que consuma energía eléctrica e incluyen cargas resistivas y reactivas dinámicas.

40

45

La generación y distribución de energía a través de la barra colectora 24 está controlada por un dispositivo de interconexión universal 30. El dispositivo de interconexión universal 30 se describe, con mayor detalle, a continuación y sus diversos componentes y conexiones se ilustran en la Figura 2.

50

Según se representa en la Figura 2, cuando el conmutador de desconexión 22 está cerrado, la mini-red de servicio 20 está conectada a la red de servicio 10, de modo que se pueda recibir energía desde la red de servicio y la potencia excedente se puede revender a la red de servicio. La mini-red de servicio 20 incluye una o más cargas (tales como las cargas 50, 52 y 54) y una o más fuentes de DG (p.e., las fuentes de DG 42 y 44) que están conectadas a la barra colectora 24. La barra colectora 24 es una barra colectora común de corriente alterna trifásica a 60 Hz utilizada para conectar a una o más cargas y a una o más fuentes de DG encontradas en la mini-red de servicio. Dicho de otro modo, la barra colectora 24 funciona con corriente alterna (AC) a aproximadamente la misma frecuencia de 60 Hz que la red de servicio 10. Como alternativa, la barra colectora 24 puede utilizar corriente continua (DC) en lugar de corriente alterna (AC). El dispositivo de interconexión universal 30 está conectado a la barra colectora 24 por una conexión en paralelo 26 u otra disposición de acoplamiento adecuada, tal como una conversión doble. Dichas disposiciones de acoplamiento son convencionales y por ello, no se describen aquí con mayor detalle.

55

60

El dispositivo de interconexión universal 30 incluye uno o más componentes para supervisar la condición de la red de servicio 10 y/o recibir una o más señales que representen la condición de la red de servicio 10, de modo que el dispositivo de interconexión universal 30 controle el funcionamiento de la mini-red de servicio 20 y determine si desconectar, o no, la mini-red de servicio 20 desde la red de servicio 10 en el caso de producirse una disrupción en el

65

suministro o calidad de la energía eléctrica suministrada a través de la red de servicio o en el caso de que surgiera un problema en la propia mini-red de servicio 20. Además de la conexión en paralelo 26, el dispositivo de interconexión universal 30 incluye los componentes siguientes: un compensador de la calidad de la energía 62, un dispositivo de almacenamientos de energía 64 y un módulo de comunicación/control 66.

El dispositivo de interconexión universal 30 incluye al menos un módulo de comunicación/control (o "unidad de control") 66 que está enlazado con las fuentes de DG (tales como fuentes de DG 42 y 44) conectadas a la mini-red de servicio 20. El módulo de comunicación/control 66 se proporciona para controlar el funcionamiento de la mini-red de servicio 20 cuando el conmutador 22 está cerrado o abierto; dicho de otro modo, cuando la mini-red de servicio 20 está conectada a la red de servicio 24 o la mini-red de servicio 20 está desconectada desde la red de servicio 10, respectivamente. En la última disposición, el conmutador 22 está en una condición abierta y la mini-red de servicio 20 está aislada de la red de servicio 10.

La mini-red de servicio 20 se utilizaría con independencia de la red de servicio 10 en el caso de producirse una disrupción en el suministro o la calidad de la energía distribuida a través de la red de servicio 10. Por ejemplo, cuando una tensión o frecuencia cae fuera de los márgenes aceptables, el equipo de soporte de carga de la mini-red de servicio 20 puede resultar dañado. El daño operativo a las líneas de alimentación es otra situación en donde es una posibilidad la desconexión desde la red de servicio. Para determinar si la red de servicio 10 está funcionando con normalidad, de modo que las características de tensión y de frecuencia de la energía eléctrica estén dentro de márgenes aceptables, el módulo de comunicación/control 66 puede recibir una señal desde ISO 70 o el proveedor de servicios o la autoridad que explota la red de servicio 20. Dicha señal puede ser una señal de radio recibida a través de un equipo de comunicación inalámbrico en el módulo de comunicación/control 66 o a través de una conexión cableada. Como alternativa, el módulo de comunicación/control 66 puede incluir uno o más sensores (no ilustrados) para supervisar, de forma continua o periódica, las condiciones en la red de servicio 10.

El dispositivo de interconexión universal 30 puede proporcionar estabilidad de la frecuencia y regulación de la tensión para la mini-red de servicio 20. En particular, la regulación de la tensión se proporciona por el dispositivo de interconexión universal, en particular mediante la conexión entre el módulo de comunicación/control 66 y el compensador de calidad de la energía 62, que es capaz de generar o absorber potencia reactiva desde la mini-red de servicio. Por lo tanto, el dispositivo de interconexión universal puede proporcionar una regulación de la tensión adecuada en el caso de que la mini-red de servicio se llegue a desconectar de la red de servicio, es decir, cuando la mini-red de servicio 20 funcione con independencia de la red de servicio 10.

La frecuencia de la mini-red de servicio se controla por el dispositivo de interconexión universal, que incluye al menos el dispositivo de almacenamientos de energía 64 y el módulo de comunicación/control 66. El dispositivo de almacenamiento de energía 64 abarca uno o más dispositivos de almacenamiento de energía, que son colectivamente referidos, en la presente descripción, como el dispositivo de almacenamiento de energía 64. El dispositivo de interconexión universal puede absorber la potencia real o generar potencia real cuando sea necesario y en función del criterio predeterminado mantenido en el módulo de comunicación/control 66. Proporcionando un dispositivo de interconexión universal que incluya el dispositivo de almacenamiento de energía 64, la estabilidad de la frecuencia se puede mantener en el caso de que llegue a desconectarse la mini-red de servicio 20 desde la red de servicio 10; dicho de otro modo, cuando la mini-red de servicio se hace funcionar en un estado intencionadamente aislado.

El dispositivo de almacenamiento de energía 64 debe ser capaz de generar la energía necesaria dentro de un tiempo de reacción relativamente corto, tal como bajo 20 milisegundos, más preferentemente dentro de aproximadamente 7 a 15 milisegundos o dentro de un marco de tiempo más corto cuando se requiera en una mini-red de servicio particular. Debido a este tiempo de reacción relativamente corto, algunas fuentes de generación de energía son más adecuadas para su uso como parte del dispositivo de almacenamiento de energía 64. Una fuente particularmente adecuada es un sistema de almacenamiento de energía mediante volante (FESS) o un conjunto matricial de dispositivos FESS. Dispositivos FESS y conjuntos matriciales/subsistemas de FESS adecuados se describen en la patente de Estados Unidos nº de serie 10/920.146 presentada el 16 de agosto de 2004, que se incorpora aquí por referencia.

Una aplicación adecuada del dispositivo de almacenamiento de energía 64 es una disposición circuital matricial FESS de 10 (diez) volantes de 25-kWh, que son capaces de generar 1 MW de potencia durante 15 minutos. Dichos volantes son de gran movilidad y pueden proporcionar una conexión rápida y presentan un tiempo de respuesta rápida. Además, los volantes son especialmente adecuados para su uso como el dispositivo de almacenamiento de energía 4 debido a su rápido tiempo de respuesta, una vida útil de 20 años y la capacidad para absorber o proporcionar potencia real durante periodos sostenidos, p.e., 15 minutos. Además, los volantes son económicos, con una tecnología limpia sostenida con descarga profunda y capacidades cíclicas de alto nivel. En sentido global, los volantes proporcionan excelentes características operativas.

En general, el dispositivo de almacenamiento de energía 64 debe ser capaz de efectuar un ciclo de un mayor número de veces para dar respuesta a fluctuaciones instantáneas de la tensión y de la frecuencia. Uno o más dispositivos FESS pueden satisfacer esta exigencia operativa. Otras fuentes de generación de energía adecuadas incluyen los supercondensadores y varios dispositivos electroquímicos y electrostáticos. Una o más baterías o conjuntos de baterías no se pueden utilizar, en general, como el dispositivo de almacenamiento de energía 64 debido a su capacidad cíclica

inadecuada. Las pilas de combustible tampoco suelen ser ideales para dicho uso, puesto que pueden quedar fuera de servicio bajo grandes cargas transitorias. El dispositivo de almacenamiento de energía 64 en la forma de un conjunto matricial de FESS u otro generador de energía adecuado genera, preferentemente, tensión de corriente continua DC, que se puede suministrar al compensador de calidad de la energía 62 en la disposición ilustrada en la Figura 2.

5 El compensador de calidad de la energía 62 puede ser un convertidor de potencia tal como un inversor de DC/AC (corriente continua/corriente alterna) o un componente similar que sea capaz de convertir energía eléctrica en la forma de corriente continua (DC) generada por el dispositivo de almacenamiento de energía 64 en corriente alterna (AC) que se puede distribuir a través de la barra colectora 20. En el caso de desconexión de la mini-red de servicio desde la red de servicio, el dispositivo de interconexión universal 30 y en particular, el módulo de comunicación/control 66, a través del compensador de calidad de la energía 62, genera o absorbe potencia reactiva desde la mini-red de servicio. Aunque el compensador de calidad de la energía 62 no es necesario para proporcionar una regulación de la frecuencia, es preferible incluir el compensador de calidad de la energía para regular la tensión.

15 En el caso de producirse una desconexión de la mini-red de servicio 20 desde la red de servicio 10, se genera o absorbe potencia real a través del dispositivo de interconexión universal 30. En particular, el dispositivo de almacenamiento de energía 64 genera o absorbe potencia real en respuesta a las órdenes recibidas desde el módulo de comunicación/control 66. Por ejemplo, si se requiere potencia real para la estabilidad de la frecuencia, la potencia se genera por el dispositivo de almacenamiento de energía 64 y se suministra al compensador de calidad de la energía 62, que convierte la tensión de corriente continua DC a corriente alterna AC y luego, la potencia se distribuye a la barra colectora de AC 24 para proporcionar el ajuste de la tensión o de la frecuencia necesario a la tensión de la barra colectora. Como alternativa, si se genera potencia real excedente por una o más fuentes de DG 42 y 44, conectadas a la mini-red de servicio 20 cuando la mini-red de servicio se desconecta de la red de servicio, la potencia excedente se puede absorber por el dispositivo de almacenamiento de energía 64 después de la conversión de la tensión de corriente alterna AC, en la barra colectora 24, a la tensión de corriente continua DC para distribución al dispositivo de almacenamiento de energía 64.

Un método para la explotación de la mini-red de servicio 24, en una condición intencionadamente aislada desde la red de servicio 10, se examinará ahora con referencia a las Figuras 3 a 5. Cuando el conmutador 22 se cierra y la mini-red de servicio 20 está conectada a la red de servicio 10, el módulo de comunicación/control 66 supervisa, de forma continua o periódica, la red de servicio 10, recibiendo señales desde ISO 70 o detectando la condición de la red de servicio 10 para determinar si existe cualquier disrupción en la calidad de la energía o en su distribución (etapa 110). En la etapa 112, el módulo de comunicación/control 66 evalúa si las condiciones en la red de servicio 10 están tan deterioradas que requieren la desconexión de la mini-red de servicio 20 desde la red de servicio 10. Otras técnicas para controlar la conexión con una red de servicio se describen en las patentes de Estados Unidos números 6.219.623 y 6.810.339, incorporadas aquí por referencia.

El módulo de comunicación/control 66 puede incluir hardware y/o software para evaluar los datos de calidad/distribución de la energía detectados o recibidos desde ISO 70 y para determinar si está garantizada la desconexión en función de criterios predeterminados. Por ejemplo, si la tensión de la red de servicio o su frecuencia cae fuera de los márgenes aceptables, puede ser necesaria una desconexión. Si no se necesita la desconexión, entonces, el módulo de comunicación/control 66 sigue supervisando la red de servicio 10. En el caso de que se estime necesaria la desconexión, el módulo de comunicación/control 66 envía una señal al conmutador de desconexión 22 (etapa 114) que hace que se abra el conmutador 22 y se desconecte la mini-red de servicio 20 desde la red de servicio 10.

Una vez que se haya desconectado la mini-red de servicio 20 desde la red de servicio 10, el módulo de comunicación/control 66 supervisa, de forma continua o periódica, la frecuencia y la tensión de la mini-red de servicio 20 tomando lecturas a intervalos adecuados desde la barra colectora 24. Las Figuras 4 y 5 ilustran etapas para supervisar y controlar las fluctuaciones de la tensión y de la frecuencia, respectivamente, de la mini-red de servicio 20. Según la presente invención, la tensión y la frecuencia se controlan, de forma continua o periódica, cuando la mini-red de servicio se hace funcionar en un estado intencionadamente aislado, esto es, desconectado desde la red de servicio. Las etapas ilustradas en las Figuras 4 y 5 se producen casi al mismo tiempo, puesto que el módulo de comunicación/control supervisa, preferentemente, la tensión y la frecuencia de la mini-red de servicio.

Haciendo referencia a la Figura 4, después de la desconexión de la mini-red de servicio desde la red de servicio, el módulo de comunicación/control supervisa una tensión de la mini-red de servicio (etapa 120). Haciendo referencia a la Figura 2, el módulo de comunicación/control 66, en una forma de realización preferida, está operativamente conectado a al menos una de las cargas 50, 52 y 54 y al menos una de las fuentes de DG 42 y 44. En algunas formas de realización de la presente invención, el módulo de comunicación/control 66 se puede conectar a solamente una carga o solamente una fuente de DG. En la etapa 122, se determina si está aumentando la tensión de la mini-red de servicio y si es así, el dispositivo de interconexión universal absorbe la potencia reactiva desde la barra colectora (etapa 124). Por el contrario, si está disminuyendo la tensión en la barra colectora (etapa 126), el dispositivo de interconexión universal proporciona potencia reactiva a la barra colectora (etapa 128). Según se ilustra en la Figura 2, el dispositivo de interconexión universal incluye un compensador de calidad de la energía 62 operativamente conectado al dispositivo de almacenamiento de energía 64 y al módulo de comunicación/control 66 para proporcionar la absorción o generación de energía reactiva.



Haciendo referencia a la Figura 5, después de la desconexión desde la red de servicio, el módulo de comunicación/control supervisa una frecuencia de la mini-red de servicio (etapa 130). En la etapa 132, si aumenta la frecuencia de la mini-red de servicio, el dispositivo de interconexión universal absorbe potencia real desde la barra colectora (etapa 134). Si el dispositivo de almacenamiento de energía se aproxima a un estado lleno, es decir, casi o a su capacidad total (etapa 136), entonces, se puede tomar, por el dispositivo de interconexión universal, al menos una de las dos acciones siguientes. En la etapa 138, el módulo de comunicación/control 66 lleva al menos a una fuente de DG fuera de servicio, con lo que se reduce la generación de energía y se elimina al menos una fuente que contribuye a la potencia real excedente en la barra colectora. Como alternativa o de forma adicional, en la etapa 140, el módulo de comunicación/control 66 añade al menos una carga a la mini-red de servicio, con lo que se consume al menos parte de la potencia real excedente existente en la barra colectora. Más adelante, el módulo de comunicación/control sigue supervisando la frecuencia de la mini-red de servicio.

En la etapa 142, si está disminuyendo la frecuencia de la mini-red de servicio, el dispositivo de interconexión universal proporciona potencia real a la barra colectora (etapa 144). Si el dispositivo de almacenamiento de energía se está aproximando a un estado vacío o cae por debajo de un umbral predeterminado (etapa 146), entonces, al menos una de las dos acciones siguientes se puede tomar por el módulo de comunicación/control. En la etapa 148, el módulo de comunicación/control 66 desconecta al menos una carga, preferentemente una carga de baja prioridad, desde la mini-red de servicio, con lo que se reduce el consumo de potencia real en la barra colectora. De forma alternativa o adicional, para aumentar la generación de energía, es posible poner en línea otra fuente de DG (etapa 150).

Haciendo referencia a las Figuras 4 y 5, preferentemente el módulo de comunicación/control 66 está operativamente enlazado con una o más cargas 50, 52 y 54 y una o más fuentes de DG 42 y 44, con el fin de controlar, de forma óptima, el consumo de energía y la generación de energía a través de la mini-red de servicio 20.

Además, las etapas de supervisión (etapas 120 y 130, respectivamente) pueden incluir el control de la condición de la red de servicio 10. Si se envía una señal por ISO 70 o el módulo de comunicación/control 66 detecta una condición normal de la red de servicio 10, entonces, el módulo de comunicación/control 66 puede hacer que se cierre el conmutador de desconexión 22, con lo que se reestablece la conexión entre la mini-red de servicio 20 y la red de servicio 10. Una vez reestablecida esta conexión, la regulación de la frecuencia y de la tensión se realiza principalmente por el operador de la red de servicio y ya no es necesario que el módulo de comunicación/control 66 proporcione correcciones de tensión o de frecuencia, aunque el módulo de comunicación/control 66 puede seguir realizando esta función si así se desea.

Según el método ilustrado en las Figuras 3 a 5, una o más cargas y una o más fuentes de DG, conectadas a la mini-red de servicio 20, se controlan para poder equilibrar las cargas con respecto a las fuentes de DG, esto es, proporcionar una adaptación de cargas adecuada. Por ejemplo, el módulo de comunicación/control 66 preferentemente toma lecturas, a intervalos adecuados, de los niveles de frecuencia y de tensión en la barra colectora 24 y de este modo, supervisa si los niveles de potencia son demasiado bajos, demasiado altos o dentro de un margen aceptable.

En una forma de realización preferida, al menos una de las cargas conectadas a la mini-red de servicio se considera de más baja prioridad o una carga no crítica y es capaz de desconectarse desde la mini-red de servicio durante momentos de desequilibrio de la carga. Por ejemplo, algunas cargas pueden programarse para operar durante periodos de uso máximo de la carga. Dichas cargas pueden realizar tareas de rutina, tales como calentamiento de agua en lotes en un entorno de fábrica y por ello, se consideran cargas no críticas.

El dispositivo de interconexión universal 30 de la presente invención es útil, en particular, para conectar un sistema de mini-red de servicio que incorpora una o más cargas y una o más fuentes de DG a una red de servicio. Utilizando el dispositivo de interconexión universal 30 de la presente invención, ya no es necesario, para cada componente de la mini-red de servicio, cumplir los requisitos de IEEE y de UL. Por ejemplo, puesto que el dispositivo de interconexión universal 30 proporciona regulación de la frecuencia y de la tensión, las fuentes de DG no necesitan cumplir la norma UL 1741, porque las fuentes de DG no están directamente conectadas con la red de servicio 10. En cambio, solamente el dispositivo de interconexión universal 30 debe satisfacer las normas IEEE y UL. Como consecuencia, los operadores de mini-redes de servicio pueden construir sus propios sistemas de mini-red de servicio sin preocuparse por las exigencias de interconexión de los servicios y no es necesario para los operadores de servicios comprobar y supervisar las mini-redes de servicio de los consumidores de servicios públicos. El dispositivo de interconexión universal 30 se puede conectar a mini-redes de servicio siguiendo protocolos de interconexión distintos, lo que permite a los operadores de área de servicios comunicarse con el dispositivo de interconexión universal, p.e., para proporcionar actualizaciones sobre el estado operativo de la red de servicio. Por lo tanto, el dispositivo de interconexión universal es capaz de mejorar las comunicaciones entre el operador de servicios y las mini-redes de servicio con distintos protocolos de comunicación y diferentes conexiones físicas.

El dispositivo de interconexión universal y los métodos y sistemas según la presente invención proporcionan ventajas para el usuario de DG y el operador de servicios. Para el usuario de DG, una mini-red de servicio, conectada a la red de servicio, por el dispositivo de interconexión universal según la presente invención, puede proporcionar un control de la tensión y de la frecuencia independiente de la red de servicio y de las capacidades de seguimiento de la carga. En consecuencia, el usuario de DG puede aislarse de las perturbaciones de los servicios. La presente invención permite, además, un arranque en negro con presencia de islas operativas y una interconexión de servicios previamente diseñada,

con lo que se eliminan los problemas de interconexión que han abundado en los sistemas convencionales de mini-redes de servicio.

- 5 Para el operador de servicios, la mini-red de servicio, incluyendo las fuentes de DG, aparece más semejante a una fuente de alimentación de energía o carga simple. El dispositivo de interconexión universal puede filtrar las cargas cíclicas y transitorias y mitigar las fluctuaciones de las cargas. Además, el dispositivo de interconexión universal puede proporcionar capacidades fiables de formación de islas operativas y así se reduce o elimina la necesidad de proporcionar estabilidad a las fuentes de DG, al mismo tiempo que se permite a las fuentes de DG servir como un equipo de contingencia para el suministro del servicio.

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Un método de explotación de una mini-red de servicio (20) independientemente de una red de servicio (10), comprendiendo la mini-red de servicio (20) una o más fuentes de generación de energía (40, 42, 44, 46) y una o más cargas (50, 52, 54) conectadas a una barra colectora de distribución (24), que comprende las etapas de:
- supervisar al menos una de entre una frecuencia y una tensión de la potencia en la barra colectora de distribución (24), caracterizado por la etapa que consiste en:
- 10 suministrar un dispositivo de interconexión (30), que forma una conexión entre la red de servicio (10) y la mini-red de servicio (20) conectado a la barra colectora de distribución (24), comprendiendo el dispositivo de interconexión un dispositivo de almacenamiento de energía (64), incluyendo el dispositivo de interconexión (30) el dispositivo de almacenamiento de energía (64) que está configurado para absorber la potencia real de la barra colectora cuando la frecuencia aumenta y para proporcionar la potencia real a la barra colectora cuando la frecuencia disminuye, con el fin de
- 15 mantener una estabilidad de frecuencia y un compensador de calidad de la energía (62) que permite absorber o proporcionar potencia reactiva con el fin de regular la tensión de la potencia en la barra colectora de distribución (24).
- 2.** El método según la reivindicación 1, en donde la explotación del dispositivo de interconexión (30) comprende la adición o la supresión de una de las fuentes de generación de energía (40, 42, 44, 46).
- 20 **3.** El método según la reivindicación 1 o 2, en donde la explotación del dispositivo de interconexión (30) comprende la adición o supresión de una de las cargas (50, 52, 54).
- 4.** El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el dispositivo de almacenamiento de energía (64) incluye al menos un sistema de almacenamiento de energía mediante volante.
- 25 **5.** El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 que comprende, además, las etapas de:
- supervisar una condición de la red de servicio (10) y
- 30 desconectar la mini-red de servicio (20) desde la red de servicio (10) con el fin de explotar la mini-red de servicio (20) con independencia en respuesta a una interrupción de potencia a través de la red de servicio (10).
- 6.** El método según la reivindicación 5 y que comprende, además, la etapa que consiste en conectar la mini-red de servicio (20) a la red de servicio (10) en el momento de la recepción de una señal procedente de la red de servicio (10).
- 35 **7.** El método según la reivindicación 5 y que comprende, además, la etapa que consiste en conectar la mini-red de servicio (20) a la red de servicio (10) al detectar un estado de funcionamiento normal de la red de servicio (10).
- 8.** El método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde la etapa de supervisar la condición de la red de servicio incluye la recepción de una señal desde la red de servicio (10).
- 40 **9.** El método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en donde la etapa de supervisar la condición de la red de servicio incluye la detección de un estado operativo de la red de servicio (10).
- 45 **10.** Un dispositivo de interconexión universal (30) que permite formar una conexión entre una red de servicio (10) y una mini-red de servicio (20), que tiene una o más fuentes de generación de energía (40, 42, 44, 46) y una o más cargas (50, 52, 54) conectadas a una barra colectora de distribución (24), que comprende:
- 50 un dispositivo de almacenamiento de energía (64);
- un compensador de calidad de la energía (62);
- un dispositivo (26) que permite conectar el dispositivo de interconexión universal a la barra colectora de distribución (24);
- 55 una unidad de control (66) configurada para supervisar un estado de la red de servicio (10) y para desconectar la mini-red de servicio (20) de la red de servicio (10) en respuesta a una interrupción de la potencia en la red de servicio (10), de modo que, después de la desconexión, la mini-red de servicio (20) funcione independientemente de la red de servicio (10), en donde la unidad de control (66) supervisa al menos una de entre una frecuencia y una tensión de potencia en la barra colectora (24), caracterizado porque la unidad de control (66) es utilizable para activar el dispositivo de almacenamiento de energía (64) para absorber potencia real desde la barra colectora cuando aumenta la frecuencia y para proporcionar potencia real a la barra colectora cuando disminuye la frecuencia con el fin de mantener la estabilidad de la frecuencia y el compensador de calidad de la energía (62) para absorber o proporcionar potencia reactiva para controlar la tensión de la potencia en la barra colectora (24).
- 60
- 65

11. El dispositivo de interconexión universal (30) según la reivindicación 10, en donde el compensador de calidad de la energía (62) es un inversor de corriente alterna/corriente continua.
- 5 12. Un sistema de explotación de una mini-red de servicio (20) que comprende una o varias fuentes de generación de energía (40, 42, 44, 46) y una o más cargas (50, 52, 54) conectadas a una barra colectora (24), que comprende:
- un conmutador (22) para conectar la mini-red de servicio (20) a una red de servicio (10) y
- 10 un dispositivo de interconexión universal (30) según cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, dispuesto entre el conmutador (22) y la barra colectora (24).
13. El sistema según la reivindicación 12, en donde la barra colectora (24) es una barra colectora de corriente alterna AC trifásica.
- 15 14. El sistema según la reivindicación 12 o 13, en donde el sistema está configurado para realizar el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

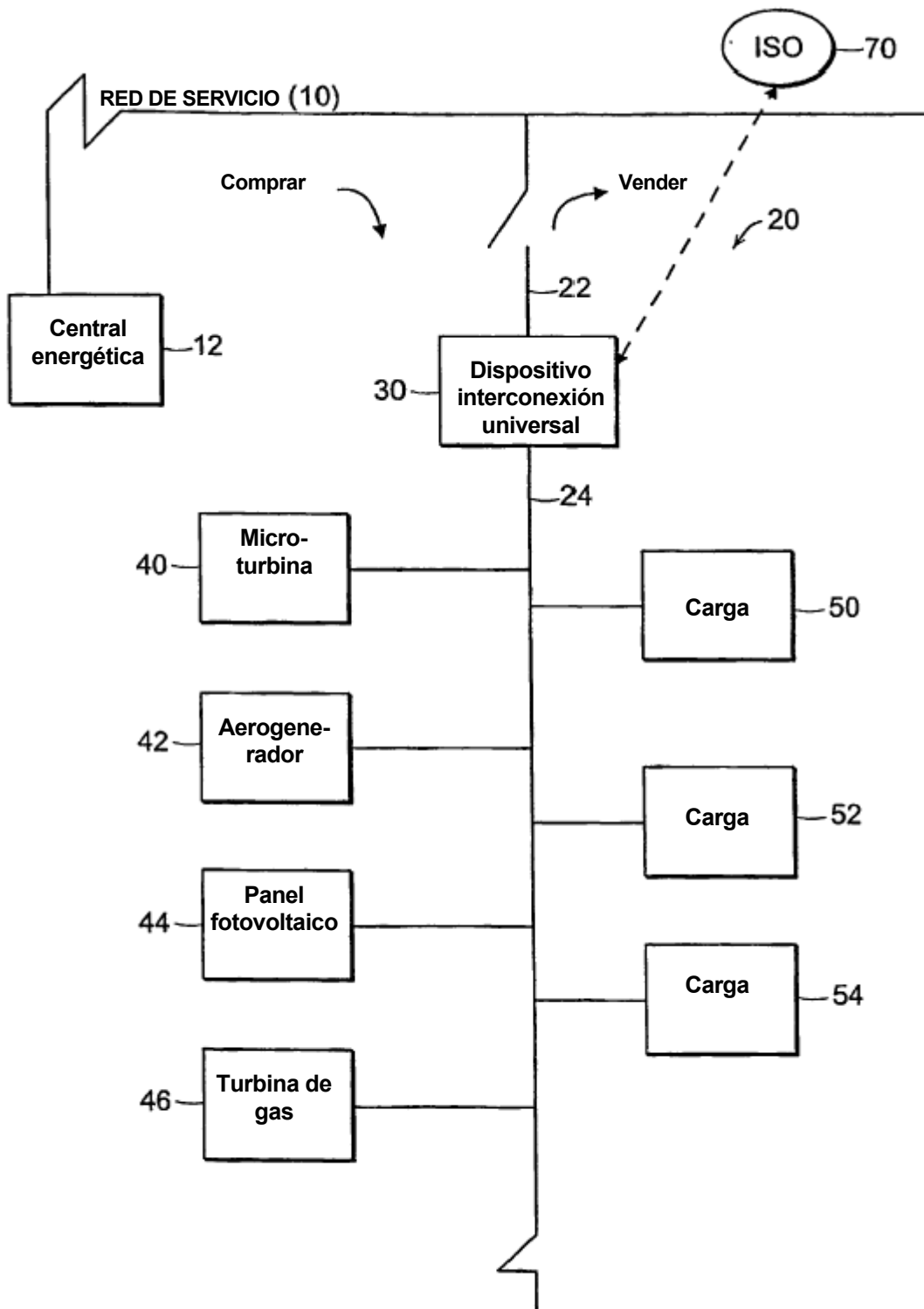


FIG. 1

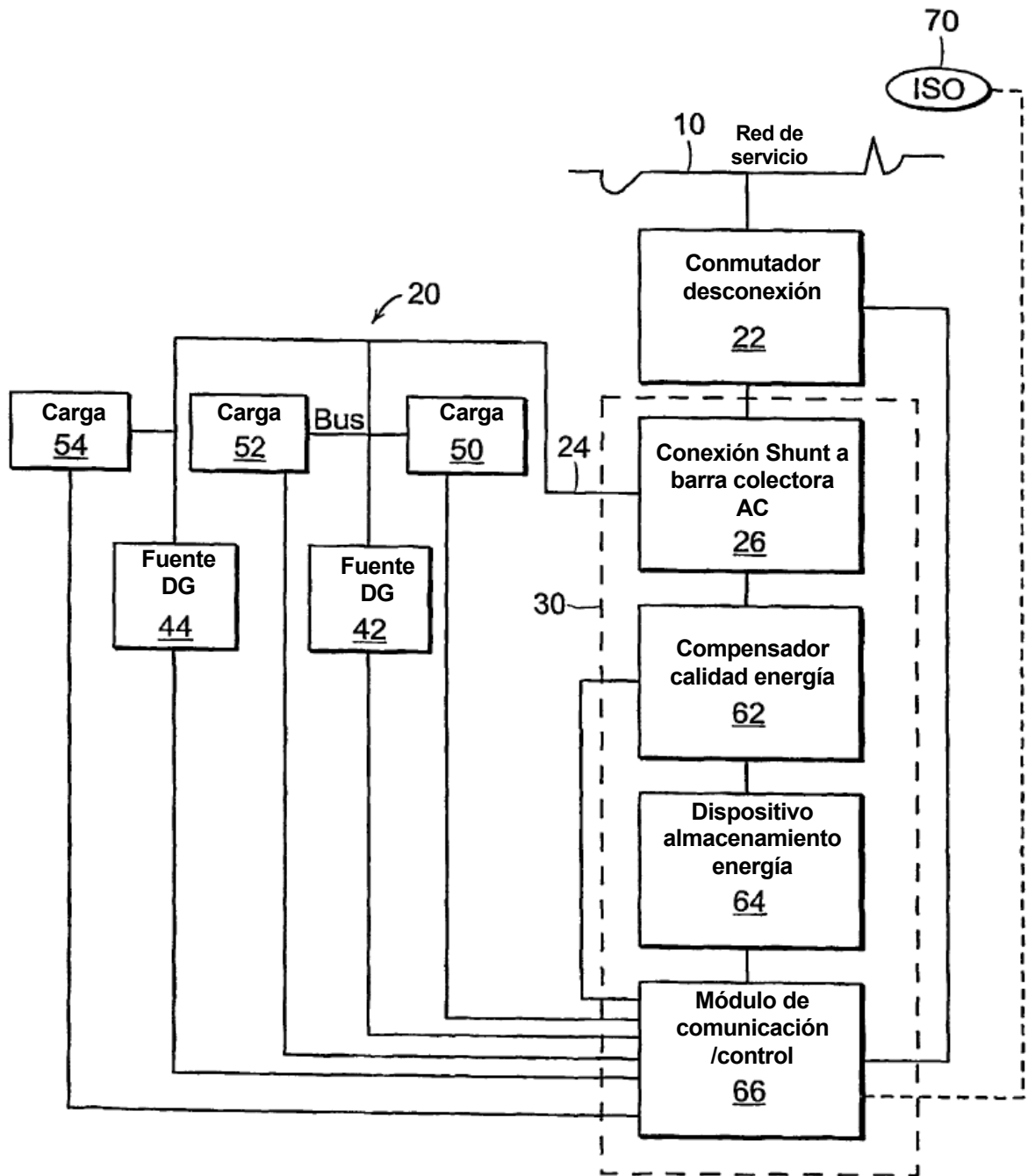


FIG. 2

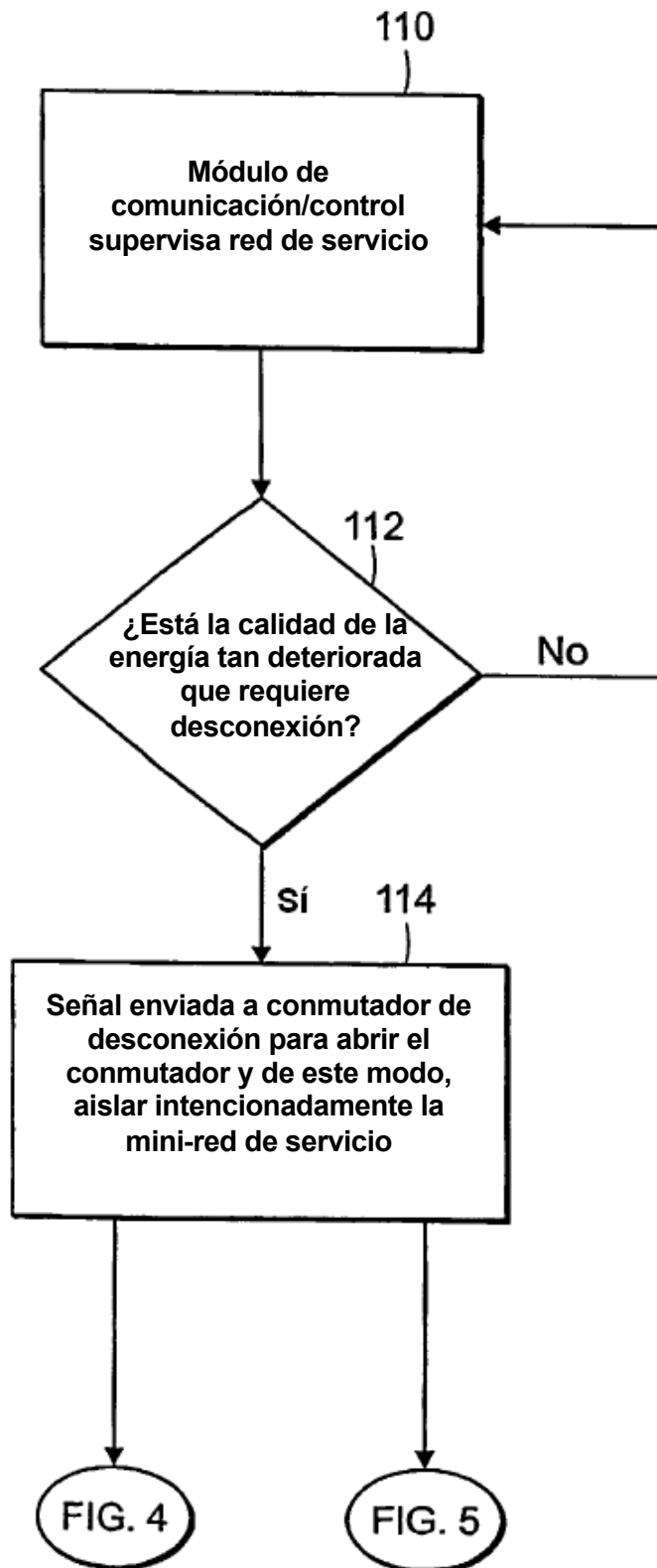


FIG. 3

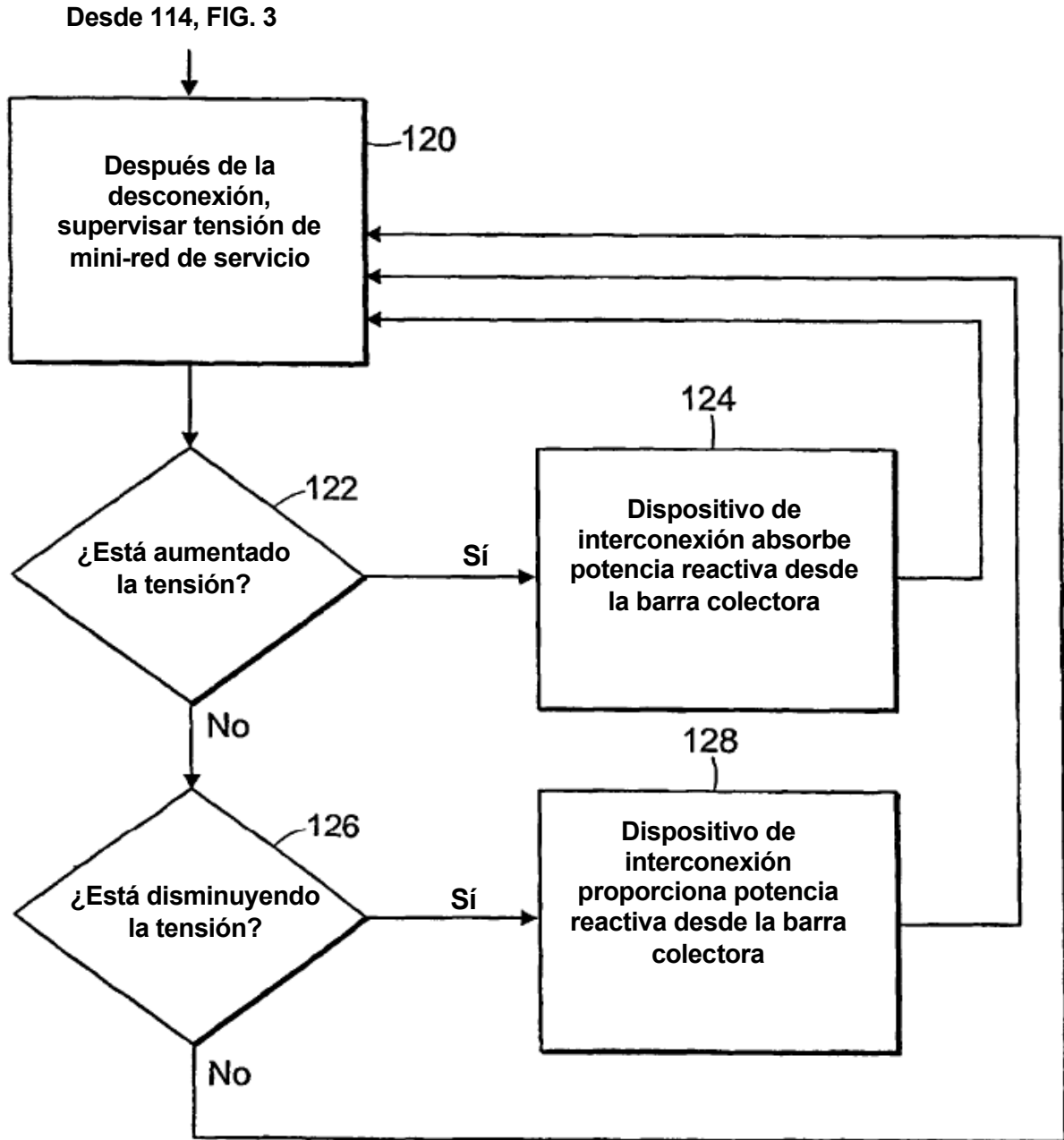


FIG. 4



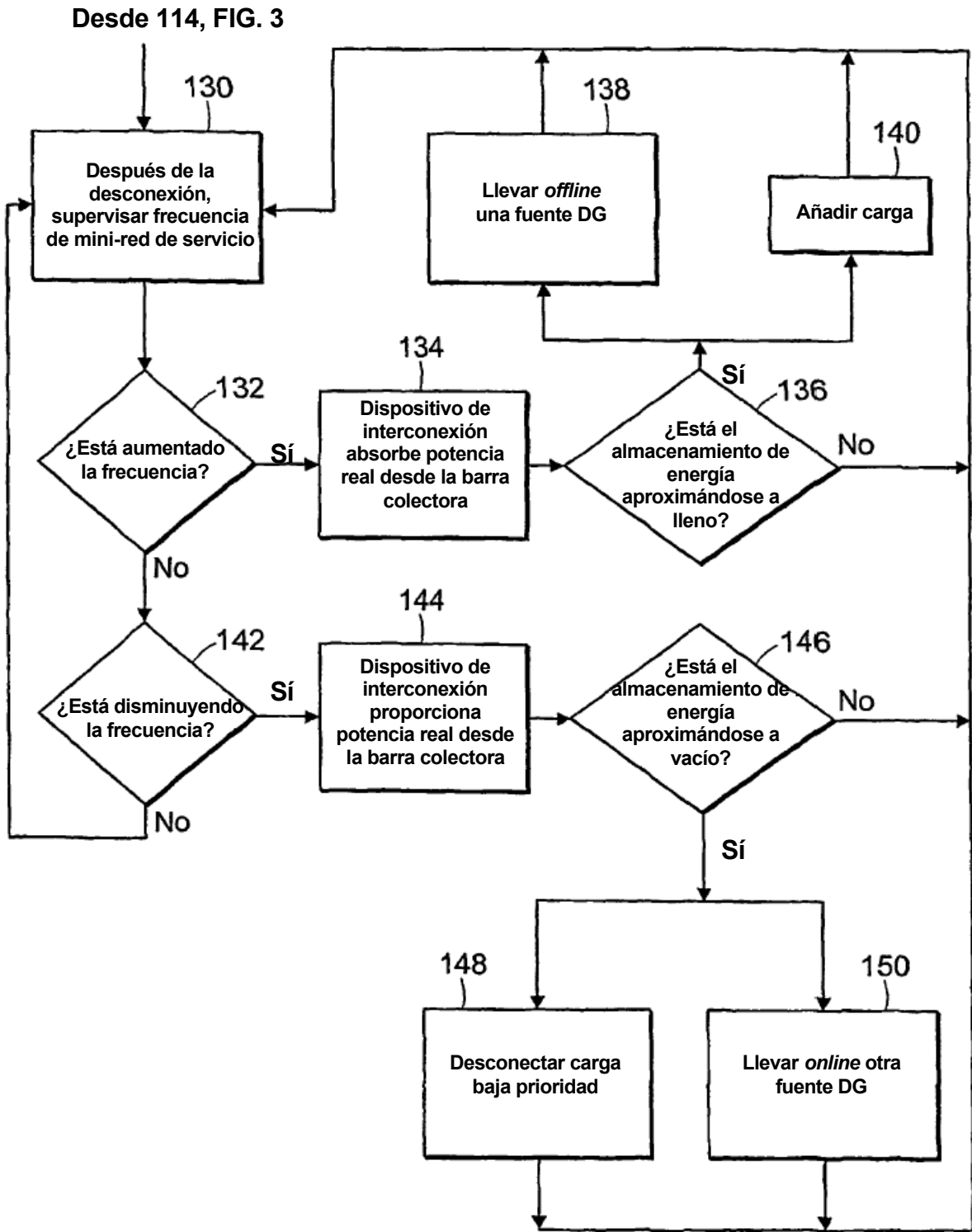


FIG. 5