

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 570**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/38** (2006.01)

**H02J 3/32** (2006.01)

**H02J 3/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2009 PCT/JP2009/054814**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.09.2010 WO10103650**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2009 E 09841478 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2408083**

54 Título: **Sistema de energía de CA distribuido autónomo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.10.2017**

73 Titular/es:  
**VPEC, INC. (100.0%)**  
**1-13-1202, Shiroganedai 1-chome Minato-ku**  
**Tokyo 105-0071, JP**

72 Inventor/es:  
**KOYANAGI, KAORU y**  
**NAGATA, SATOSHI**

74 Agente/Representante:  
**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 636 570 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**

Sistema de energía de CA distribuido autónomo

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna en suministradores y demandantes de energía eléctrica que incluye un dispositivo de consumo de electricidad de corriente alterna, un dispositivo de generación de energía eléctrica y un sistema de almacenamiento de energía eléctrica que está compuesto por un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua que tiene un ondulator de conexión de red autónomo, y a un sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna en el que una pluralidad de suministradores y demandantes de energía eléctrica que tienen los mismos dispositivos y el mismo sistema de almacenamiento de energía eléctrica que los que se han descrito en lo que antecede suministran una energía eléctrica excesiva y reciben una energía eléctrica deficiente entre los mismos mediante la conexión mutua de un ondulator de conexión de red vecino como un dispositivo de control de suministro y de demanda de energía eléctrica.

**Antecedentes de la técnica**

En un sistema de energía eléctrica conocido, tal como se muestra en la figura 8, es fundamental un "sistema radial", en el que una central eléctrica a gran escala 91 es una parte superior y unos demandantes 92 son una base. En la figura 8, para asegurar una pluralidad de sistemas de transmisión de energía eléctrica, se introduce en alguna parte un "sistema de lazo". Este tipo de sistema de energía eléctrica está configurado, como un único sistema, en un área extensa (por ejemplo, varias decenas de miles de km<sup>2</sup>) y a gran escala (varias decenas de GW).

Por el contrario, recientemente, se ha prestado atención a un sistema de generación de energía distribuido de tipo conexión de red (por ejemplo, consúltense los documentos de patente 1 a 3), con generación solar y una pila de combustible. El sistema distribuido de generación de energía de un tipo colaborativo de sistema está construido normalmente en una región de extremo o en una región local cerca de la región de extremo del sistema de energía eléctrica radial conocido, y se le supone en interconexión con el sistema de energía eléctrica.

Documento de patente 1: Publicación de solicitud de patente de Japón abierta a inspección pública con n.º 6-327146  
Documento de patente 2: Publicación de solicitud de patente de Japón abierta a inspección pública con n.º 2004-15882

Documento de patente 3: Publicación de solicitud de patente de Japón abierta a inspección pública con n.º 2002-44870

**Divulgación de la invención****Problemas a solucionar por la invención**

No obstante, en una estructura del sistema de energía eléctrica conocido que se muestra en la figura 8, debido a que un transporte de energía eléctrica se lleva a cabo de forma masiva a lo largo de una gran distancia y se realiza de forma continua en todo momento ("regla de cantidad igual simultánea"), hay una gran cantidad de pérdida. Además, en la generación de energía eléctrica derivada de una energía renovable tal como la energía solar y la energía eólica, debido a que la energía renovable es ubicua, es difícil construir una central eléctrica a gran escala que haga uso de estas energías.

El inventor de la presente invención propuso previamente una invención en lo que respecta a un sistema de energía eléctrica distribuido autónomo, que se publicó internacionalmente como WO/2008/047400, para el fin de superar los problemas anteriores.

Un objeto de la invención es la provisión de un sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de un suministrador y demandante de energía eléctrica, en el que una energía eléctrica de corriente alterna que se obtiene mediante la conversión de la energía eléctrica que se almacena en un dispositivo de almacenamiento de corriente continua mediante un ondulator de conexión de red autónomo es demandada por un dispositivo de consumo de electricidad de un sistema de corriente alterna así como que puede suministrar energía eléctrica para el fin anterior o para proporcionar un sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna en el que una pluralidad de suministradores y demandantes de energía eléctrica, cada uno de los cuales tiene el sistema de energía eléctrica anterior y que están conectados entre sí, se pueden volver autónomos sin depender de un sistema de energía eléctrica conocido. Obsérvese que esto no quiere decir que se excluya que el sistema de acuerdo con la invención coexista con el sistema de energía eléctrica conocido.

**Medios para solucionar el problema**

Una primera disposición del sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención para solucionar los problemas anteriores radica en un sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna de suministradores y

5 demandantes de energía eléctrica que incluye un dispositivo de generación de energía eléctrica, un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua en el que se almacena energía eléctrica mediante el dispositivo de generación de energía eléctrica, unos onduladores de conexión de red autónomos (un ondulator de auto-excitación de tensión) para conectar el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente  
 10 continua con un sistema de corriente alterna de un dispositivo de consumo de energía eléctrica de corriente alterna, y un sistema de almacenamiento de energía eléctrica que está compuesto por un sistema de control para controlar los onduladores, en el que el sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna está caracterizado por que las frecuencias de salida de los onduladores se controlan de forma variable mediante el sistema de control de acuerdo con un cambio de una cantidad de energía eléctrica almacenada (kWh) del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua.

15 En unos suministradores y demandantes de energía eléctrica vecinos en el sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención, las porciones entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua y los onduladores de conexión de red autónomos de uno de los suministradores y demandantes de energía eléctrica vecinos están mutuamente conectadas a través de onduladores de conexión de red vecinos, se determina si las cantidades de energía eléctrica almacenadas del respectivo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua son excesivas o deficientes mediante la comparación de las frecuencias de salida de los sistemas conectados, y un flujo de corriente de línea de conexión de red se controla mediante los sistemas de control de los  
 20 onduladores de conexión de red vecinos de tal modo que el flujo de corriente de línea de conexión de red fluye de un sistema que tiene una frecuencia de salida alta a un sistema que tiene una frecuencia de salida baja.

25 Además, el sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención puede realizar un control para entregar una cantidad de energía eléctrica almacenada excesiva o deficiente en unidades de grupo divididas que incluyen unos grupos en cada uno de los cuales están reunidos y mutuamente conectados una pluralidad de suministradores y demandantes de energía eléctrica a través de un ondulator de conexión de red vecino al igual que lo que se ha mencionado en lo que antecede.

30 Además, en el sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención, los flujos de corriente de línea de conexión de red de los onduladores de conexión de red vecinos se controlan basándose en si las frecuencias de salida de los onduladores de conexión de red autónomos son más grandes o más pequeñas que las frecuencias de sistemas vecinos que son detectadas por los onduladores de conexión de red vecinos. Este punto es el mismo que para los onduladores de conexión de red autónomos y los onduladores de conexión de red vecinos.

35 En el presente caso, unas zonas muertas no operativas o no en comunicación, que se pueden establecer o cambiar de forma arbitraria, se establecen para controladores de los onduladores de conexión de red autónomos o para controladores de los onduladores de conexión de red vecinos que se proporcionan como dispositivos de control de suministro y de demanda de energía eléctrica como niveles de referencia y los controladores de los onduladores se operan basándose en unos niveles de referencia de las frecuencias y los flujos de corriente de línea de conexión de red.  
 40

45 Además, como un ejemplo de un método para establecer las zonas muertas, en los onduladores de conexión de red autónomos, una cantidad de energía eléctrica almacenada del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua está relacionada con un cambio de las frecuencias de salida de los onduladores y, cuando una reducción de la cantidad de energía eléctrica almacenada se encuentra dentro de un intervalo previamente determinado, las frecuencias de salida de los onduladores se pueden controlar de tal modo que las mismas no cambian.

50 Los onduladores de conexión de red vecinos comparan una frecuencia de salida de un sistema con una frecuencia de salida del otro sistema y, cuando una diferencia de las frecuencias se encuentra dentro de un intervalo previamente determinado, el intervalo previamente determinado se establece como una zona muerta y un flujo de corriente de línea de conexión de red se controla de tal modo que este no fluye a través de la misma.

55 El control basándose en las zonas muertas que se establecen tal como se ha descrito en lo que antecede se puede aplicar también entre grupos de una pluralidad de suministradores y demandantes de energía eléctrica al igual que lo que se ha mencionado en lo que antecede.

**Ventajas de la invención**

60 La invención presenta una ventaja en que un estatus de suministro y de demanda de energía eléctrica se puede transmitir a dispositivos de suministro de energía eléctrica y a los suministradores y demandantes de energía eléctrica en un sistema al reflejar si las cantidades de energía eléctrica (kWh) de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica en los suministradores y demandantes de energía eléctrica son grandes o pequeñas para las frecuencias de salida de los onduladores de conexión de red autónomos.  
 65

5 Cuando los suministros de energía eléctrica (generadores de diésel y similar) se introducen en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica, los suministros de energía eléctrica se pueden operar en un modo de operación de AFC (operación de control de frecuencia) por medio de la ventaja, mientras que la ventaja puede realizar una restricción de carga (gestión de lado de demanda) para los suministradores y demandantes de energía eléctrica que tienen una gran demanda.

10 Por el contrario, en un control de onduladores de conexión de red vecinos, cuando, por ejemplo, una frecuencia de un sistema A se compara con una frecuencia de un sistema B y un flujo de corriente de línea de conexión de red se hace fluir de un sistema (A o B) que tiene una frecuencia alta a un sistema (B o A) que tiene una frecuencia baja, las cantidades de energía eléctrica de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica de ambos de los sistemas A y B se igualan entre sí.

15 Por otra parte, debido a que una frecuencia es una variable global en un sistema de corriente alterna, el flujo de corriente de línea de conexión de red se puede controlar solo por medio de información de extremos de sistema autónomo mediante la detección de la frecuencia sin la necesidad de una línea de comunicación especial. Como un ejemplo de una contramedida específica del control de flujo de corriente de línea de conexión de red, se establece una magnitud de un flujo de corriente proporcional a una diferencia de las frecuencias de ambos de los sistemas, y se establece como una polaridad positiva un sentido del flujo de corriente del sistema que tiene la frecuencia alta al sistema que tiene la frecuencia baja.

### 20 Breve descripción de los dibujos

25 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un primer ejemplo de una disposición de un sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra un segundo ejemplo de la disposición del sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención.

30 La figura 3 es un diagrama de bloques para explicar una realización de un suministrador y demandante de energía eléctrica que constituye el sistema de energía eléctrica de las figuras 1 y 2 que se corresponde con un primer aspecto de la invención.

La figura 4 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo de un modo de conexión de suministradores y demandantes de energía eléctrica adyacentes que se corresponde con un segundo aspecto de la invención.

35 La figura 5 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo de un sistema de control en el modo de conexión de la figura 4.

La figura 6 es una gráfica que muestra una característica de inclinación basándose en una cantidad de energía eléctrica de una batería de almacenamiento.

La figura 7 es un diagrama de bloques que muestra una vista de proceso de una red neuronal.

La figura 8 es un diagrama de bloques para explicar un sistema de energía eléctrica conocido.

### 40 Mejor modo para llevar a cabo la invención

A continuación, una realización de la invención se describirá haciendo referencia a los dibujos.

45 En los dibujos adjuntos, la figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un primer ejemplo de una disposición de un sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención, la figura 2 es un diagrama de bloques que muestra un segundo ejemplo de la disposición del sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención, la figura 3 es una vista de bloques para explicar un ejemplo de una realización de un suministrador y demandante de energía eléctrica en el sistema de energía eléctrica de las figuras 1 y 2 que se corresponde con el primer aspecto de la invención, la figura 4 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo de un modo de conexión entre suministradores y demandantes de energía eléctrica adyacentes que se corresponde con el segundo aspecto de la invención, la figura 5 es un diagrama de bloques para explicar un ejemplo de una realización de un sistema de control en el modo de conexión de la figura 4, la figura 6 es una gráfica que muestra una característica de inclinación basándose en una cantidad de energía eléctrica de una batería de almacenamiento, la figura 7 es un diagrama de bloques que muestra una vista de proceso de una red neuronal, y la figura 8 es un diagrama de bloques para explicar un sistema de energía eléctrica conocido.

55 En el sistema de energía eléctrica 1 de la invención que se ejemplifica en las figuras 1 y 2, cinco suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 a 15 están conectados entre sí como un ejemplo con el suministrador y demandante de energía eléctrica 11 que está ubicado en un centro y los otros suministradores y demandantes de energía eléctrica 12 a 15 que están dispuestos en sentido radial en torno al suministrador y demandante de energía eléctrica 11, y en la figura 2, los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 a 15 están conectados entre sí en cascada.

60 Tal como se ejemplifica en la figura 3, cada uno de los suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 a 15 tiene al menos un dispositivo de generación de energía eléctrica 101 que hace uso de una energía renovable, un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua 102 tal como una batería de NAS, una pluralidad de cargas (dispositivos eléctricos de corriente alterna, que también se denominan, en lo sucesivo en el

presente documento, "sistemas de corriente alterna") 103, un ondulator de conexi3n de red aut3nomo 104 como un ejemplo de un dispositivo de control de suministro y de demanda de energa el3ctrica que est3 dispuesto entre el dispositivo de almacenamiento de energa el3ctrica 102 y los sistemas de corriente alterna 103. Obs3rvese que se supone que un sistema de control del ondulator 104 est3 incluido en un bloque del ondulator 104. Esto es lo mismo que para los ondulators 154 y 164 que se van a describir en lo sucesivo. Adem3s, tambi3n se supone que los suministradores y demandantes de energa el3ctrica, que pueden estar interconectados con el sistema de energa el3ctrica de acuerdo con la invenci3n tienen los mismos dispositivos 101 a 104 que los de los suministradores y demandantes de energa el3ctrica 11 a 15 incluso si los mismos son otros suministradores y demandantes de energa el3ctrica que no se muestran en las figuras 1 a 3 y que los dispositivos respectivos se conectan con cableados dom3sticos de tipo rama.

La totalidad de los suministradores y demandantes de energa el3ctrica 11 a 15 ilustrados o cualquier suministrador y demandante de energa el3ctrica arbitrario, que est3 interconectado con el sistema de energa el3ctrica de acuerdo con la invenci3n, a pesar de que no se muestra el mismo, carga el dispositivo de generaci3n de energa el3ctrica 101 o / y el dispositivo de almacenamiento de energa el3ctrica 102 en la parte posterior de un cami3n o instala el dispositivo de generaci3n de energa el3ctrica 101 o / y el dispositivo de almacenamiento de energa el3ctrica 102 de tal modo que este se puede cargar sobre la parte posterior de un cami3n y puede transportar el mismo hasta otro suministrador y demandante de energa el3ctrica y suministra energa el3ctrica a, o la recibe de, el otro suministrador y demandante de energa el3ctrica.

En la invenci3n, los respectivos suministradores y demandantes de energa el3ctrica est3n aproximadamente interconectados uno con otro entre los mismos. Es decir, para describir esto en lo que respecta a un ejemplo que hace referencia a las figuras 1 y 2, los respectivos suministradores y demandantes de energa el3ctrica 11 a 15 son, b3sicamente, de un tipo aut3nomo y est3n interconectados con otro suministrador y demandante de energa el3ctrica de tal modo que los mismos son abastecidos con energa el3ctrica a partir del otro suministrador y demandante de energa el3ctrica cuando tiene lugar una escasez de energa el3ctrica, y suministran energa el3ctrica al otro suministrador y demandante de energa el3ctrica cuando tiene lugar un excedente de energa el3ctrica.

Los suministradores y demandantes de energa el3ctrica 11 a 15 en la invenci3n son, por ejemplo, casas convencionales, viviendas colectivas y f3bricas a peque1a, mediana y gran escala, edificios de poca, de mediana y de mucha altura, y similar. Adem3s, un grupo de suministradores y demandantes de energa el3ctrica, en el cual est3n reunidos una pluralidad de suministradores y demandantes de energa el3ctrica de las casas convencionales, las viviendas colectivas, y similar, se trata tambi3n como los suministradores y demandantes de energa el3ctrica 11 a 15 de la invenci3n o cualquiera de los mismos.

Por lo general, el dispositivo de generaci3n de energa el3ctrica 101 es un suministro de energa de CC (que tambi3n se denomina, en lo sucesivo en el presente documento, dispositivo de almacenamiento de energa el3ctrica de corriente continua) tal como un dispositivo de generaci3n el3ctrica solar, una pila de combustible y una batera de NAS. A pesar de que a menudo se usa un sistema de generaci3n de energa el3ctrica de energa renovable tal como la generaci3n de energa solar, generaci3n de energa e3lica, generaci3n de energa micro hidr3ulica y generaci3n de energa de biomasa como el dispositivo de generaci3n de energa el3ctrica 101, se puede usar un sistema de cogeneraci3n tal como un sistema de motor de gas, un sistema de turbina de gas y un sistema de pila de combustible. Obs3rvese que debido a que algunos de dispositivos de generaci3n de energa el3ctrica, dispositivos de generaci3n de energa el3ctrica de biomasa y sistemas de cogeneraci3n emplean un suministro de energa de CA, los mismos se pueden usar para un sistema de corriente alterna tal como se encuentran estos sin convertir una corriente alterna en una corriente continua. No obstante, estos tambi3n se pueden usar como un suministro de energa de CC mediante la conversi3n de una salida de los mismos de CA a CC y el almacenamiento de la salida convertida al dispositivo de almacenamiento de energa el3ctrica de corriente continua 102.

Adem3s, a pesar de que no se muestra, el dispositivo de generaci3n de energa el3ctrica 101 y / o el dispositivo de almacenamiento de energa el3ctrica 102 pueden usar una unidad de volante de inercia. El dispositivo de almacenamiento de energa el3ctrica 102 incluye una unidad de almacenamiento el3ctrico que est3 compuesta por una combinaci3n de una batera de almacenamiento y un condensador el3ctrico de doble capa. Las cargas 103 del sistema de corriente alterna son dispositivos de CA tales como una luz el3ctrica, un aparato de aire acondicionado, un refrigerador, una cocina de inducci3n electromagn3tica, y una olla arrocera que se acciona por medio de un suministro de energa de corriente alterna comercial.

En la invenci3n, el ondulator de conexi3n de red aut3nomo 104 se usa en un ejemplo de la figura 3 como el dispositivo de control de suministro y de demanda de energa el3ctrica para controlar un uso y suministro convencional de energa el3ctrica en cada suministrador y demandante de energa el3ctrica. El sistema de batera de NAS (la batera de almacenamiento 102 y el ondulator 104) de la figura 2 como un ejemplo del dispositivo de almacenamiento de energa el3ctrica 102 que est3 dispuesto en cada suministrador y demandante de energa el3ctrica de la invenci3n controla una frecuencia y una tensi3n del ondulator 104 tal como se describe en lo sucesivo para controlar un suministro y una demanda de energa el3ctrica en cada suministrador y demandante de energa el3ctrica.

Es decir, el sistema de batería de NAS (102, 104) opera en un modo de CVCF (modo de control de tensión constante / control de frecuencia constante). En el modo de CVCF, debido a que una frecuencia de una tensión de salida de ondulator de la batería de NAS se puede establecer de forma arbitraria como una variable indefinida, la frecuencia se usa como una frecuencia de referencia del dispositivo de generación de energía eléctrica 101 que es una frecuencia asignada de los suministradores y demandantes de energía eléctrica.

Como resultado, es suficiente operar el dispositivo de generación de energía 101 a un rendimiento máximo al mantener la frecuencia, es decir, mediante el control del suministro y la demanda de energía eléctrica en los suministradores y demandantes de energía eléctrica solo mediante el sistema de batería de NAS.

Por el contrario, en la operación del sistema de batería de NAS (102, 104) en el modo de CVCF, debido a que también se puede controlar la magnitud de una tensión de salida del ondulator 104, por ejemplo, se mantiene una tensión de salida, es decir, la energía eléctrica ineficaz también se controla mediante el dispositivo de generación de energía eléctrica 101 que tiene una función de control en asociación con un control que se realiza por medio del sistema de batería de NAS. En concreto, el control se asigna en consideración de una característica de inclinación de acuerdo con las capacidades asignadas del dispositivo de generación de energía eléctrica 101 y el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 102.

Debido a que el suministro y la demanda de energía eléctrica se pueden controlar en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica, cuando, por ejemplo, tiene lugar un excedente de energía eléctrica en el suministrador y demandante de energía eléctrica 11 de las figuras 1 y 2, es decir, cuando es detectado por el sistema de control que está dotado con el ondulator 104 que se reduce una cantidad de energía eléctrica que es usada por las cargas 103, así como que el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 102 está completamente cargado o casi completamente cargado como un ejemplo específico, la energía eléctrica que es generada por el dispositivo de generación de energía eléctrica 101 se suministra a otro suministrador y demandante de energía eléctrica que tiene una escasez de energía eléctrica a través del ondulator de conexión de red vecino 164.

En el suministro de energía eléctrica, se puede suministrar energía eléctrica también al mover el dispositivo de generación de energía eléctrica 101 o el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 102 del suministrador y demandante de energía eléctrica que tiene el excedente de energía eléctrica hasta las inmediaciones del suministrador y demandante de energía eléctrica que tiene la escasez de energía eléctrica.

Por el contrario, cuando tiene lugar una escasez de energía eléctrica en el suministrador y demandante de energía eléctrica 11 como un ejemplo, los onduladores de conexión de red vecinos 164 que están dispuestos entre los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica como los dispositivos de suministro y de demanda de energía eléctrica detectan, por ejemplo, que una cantidad de energía eléctrica que es usada por las cargas 103 aumenta de forma abrupta por medio de los controladores de los onduladores 164 para controlar una frecuencia o / y una tensión. Entonces, se suministra energía eléctrica a un dispositivo de entrega de energía eléctrica del suministrador y demandante de energía eléctrica 11 a partir de cualquiera de los otros suministradores y demandantes de energía eléctrica 12 a 15 en los que tiene lugar un excedente de energía eléctrica a través de los onduladores de conexión de red vecinos 164 como los dispositivos de suministro y de demanda de energía eléctrica de tal modo que las cargas 103 se pueden accionar por medio de la energía eléctrica o la energía eléctrica se puede almacenar en el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 102.

A continuación, un ejemplo de entrega de energía eléctrica excesiva o deficiente entre los suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 y 15 se describirá haciendo referencia a la figura 4.

Se supone que el otro suministrador y demandante de energía eléctrica 15 que se ejemplifica en la figura 4 tiene un dispositivo de generación de energía eléctrica 151, un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua 152, el ondulator de conexión de red autónomo 154 como el dispositivo de suministro y de demanda de energía eléctrica, y un dispositivo eléctrico de corriente alterna 153. Por lo general, el dispositivo de generación de energía 151 es una instalación a mediana y pequeña escala de energía de las corrientes, energía hidráulica, energía eólica, y similar que incluye un cogenerador y una instalación de generación de energía de biomasa, y, a pesar de que el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua 152 es, por lo general, una batería secundaria, el mismo también puede ser una combinación de una batería secundaria y un condensador eléctrico de doble capa. El suministrador y demandante de energía eléctrica 15 de la figura 4 puede suministrar energía eléctrica al sistema de corriente alterna autónomo 153 a través del ondulator de conexión de red autónomo 154 que es el mismo que el del suministrador y demandante de energía eléctrica 11 de la figura 3. Además, el suministrador y demandante de energía eléctrica 15 de la figura 4 se puede abastecer con energía eléctrica también procedente de entre los otros suministradores y demandantes de energía eléctrica 12 a 14 además del suministrador y demandante de energía eléctrica 11. A pesar de que la energía eléctrica se entrega entre los suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 y 15 a través del ondulator de conexión de red vecino 164 tal como se muestra en la figura 4, la misma se puede entregar al llevar también el dispositivo de generación de energía eléctrica 101 y el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 102, que son móviles, desde el suministrador y demandante de energía eléctrica 11 hasta el suministrador y demandante de energía eléctrica 15 tal

como se ha descrito en lo que antecede.

En la figura 4, la energía eléctrica, que se entrega entre los suministradores y demandantes de energía eléctrica 15 y 11 es, por ejemplo, una energía eléctrica que es generada por el dispositivo de generación de energía eléctrica 151 o una energía eléctrica que se almacena en el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 152, y la energía eléctrica, que se suministra a partir del suministrador y demandante de energía eléctrica 11 al suministrador y demandante de energía eléctrica 15, se almacena en el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 152.

En el sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención, cuando se entrega energía eléctrica entre los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica a través de los onduladores de conexión de red vecinos 164 (entrega de energía eléctrica), una pluralidad de dispositivos de generación de energía eléctrica incluyendo cogeneradores y dispositivos de generación de energía eléctrica de biomasa en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica se pueden controlar de forma automática o manual basándose en los valores de unas condiciones meteorológicas predichas, una demanda de energía eléctrica predicha, una demanda de calor predicha, y similar o basándose en unos valores que son establecidos por los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica.

Además, los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 a 15 pueden establecer o cambiar una condición operativa del ondulator de conexión de red vecino 164 que está dispuesto entre los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 a 15 haciendo referencia a una información (frecuencias o tensiones) a partir de los onduladores de conexión de red adyacentes 164 respectivos de los otros suministradores y demandantes de energía eléctrica así como basándose en unas cantidades de consumo de energía eléctrica que son predichas por los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica.

En los respectivos dispositivos de generación de energía eléctrica 101 y 151 que se ejemplifican en la figura 4, por ejemplo, los dispositivos de generación de energía eléctrica solar se pueden controlar de forma individual por medio de acondicionadores, y baterías de combustible y micro cogeneradores se pueden controlar de forma individual por medio de acondicionadores de potencia y similar.

En el sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención, los dispositivos de generación de energía eléctrica 101 y 151 en un conjunto de los suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 y 15 se pueden controlar de forma óptima en su totalidad por medio del control integral de unos elementos de control comunes a los respectivos dispositivos de generación de energía eléctrica 101 y 151 mediante los onduladores de conexión de red vecinos 164 que se usan como los dispositivos de suministro y de demanda de energía eléctrica y por medio del control individual de unos elementos de control inherentes a los respectivos dispositivos de generación de energía eléctrica 101 y 151.

Por otra parte, en cada uno de los dispositivos de generación de energía eléctrica convencionales tales como un dispositivo de generación de energía eléctrica solar y una pila de combustible, un rendimiento pleno y una conexión de sistema solo se controlan mediante acondicionadores de potencia respectivos. No obstante, la invención se dispone de tal modo que la energía eléctrica a suministrar y a demandar se puede igualar haciendo uso de una unidad de volante de inercia y similar entre un rendimiento cero y un rendimiento pleno de los respectivos dispositivos de generación de energía eléctrica que se controlan opcionalmente mediante los onduladores de conexión de red autónomos 104 y 154.

Obsérvese que en los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 102 y 152, la batería secundaria, por ejemplo, la batería de NAS se usa, por lo general, simplemente como un suministro de energía de CC. No obstante, en el sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención, se puede suministrar energía eléctrica al dispositivo eléctrico autónomo a través de los onduladores de conexión de red autónomos 104 y 154 usando la batería de almacenamiento (la batería secundaria) y el condensador eléctrico de doble capa de forma conjunta para los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 102 y 152.

Cuando la batería de almacenamiento y el condensador eléctrico de doble capa se usan de forma conjunta, es posible hacer frente de una forma racional a la diversificación de un modo de demanda de energía eléctrica en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica o a la diversificación de un modo de suministro de energía eléctrica en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica mediante el control de un uso selectivo de la batería de almacenamiento y el condensador eléctrico de doble capa de acuerdo con, por ejemplo, características de almacenamiento de energía eléctrica y características de descarga mediante los onduladores de conexión de red autónomos 104 y 154.

Además, diversos tipos de dispositivos eléctricos como las cargas 103 (los sistemas de corriente alterna) que están dispuestas en el suministrador y demandante de energía eléctrica 11 se operan de forma individual simplemente mediante el encendido y el apagado de la energía eléctrica de forma individual. Esto es lo mismo que para los otros suministradores y demandantes de energía eléctrica 12 a 15.

No obstante, el sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención puede igualar un consumo de energía eléctrica mediante, como un ejemplo, el establecimiento de los dispositivos eléctricos respectivos, por ejemplo, un

refrigerador, un aparato de aire acondicionado, una TV, y similar, que constituyen las cargas 103 en el suministrador y demandante de energía eléctrica 11 para el controlador del ondulator de conexión de red autónomo 104 en un orden de preferencia de puesta en marcha, un orden de una magnitud de energía eléctrica de puesta en marcha (en un orden de una magnitud más grande o en un orden opuesto a la magnitud más grande), y similar y mediante el control de, por ejemplo, un orden de puesta en marcha (o un orden de detención) en el orden establecido o en el orden de una cantidad más grande de energía eléctrica de puesta en marcha.

Además, cuando se arrancan los dispositivos eléctricos 103 que tienen una gran cantidad de energía eléctrica de puesta en marcha, el dispositivo de control de suministro y de demanda de energía eléctrica se puede operar de tal modo que la energía eléctrica se suministra a partir de la batería de almacenamiento que tiene el condensador eléctrico de doble capa o a partir de la unidad de volante de inercia.

Además, en lo que respecta a una demanda de energía eléctrica en un hogar convencional y su pico cuya predicción es difícil, un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (que no se muestra) tal como una batería, mediante el cual cada uno de los dispositivos eléctricos 103, tales como un refrigerador, un aparato de aire acondicionado, y similar de cada hogar se puede operar durante, por ejemplo, dos horas, está montado en cada dispositivo eléctrico 103 de tal modo que una escasez de energía eléctrica al pico de demanda se puede compensar en el suministrador y demandante de energía eléctrica. El método también contribuye a la igualación del consumo de energía eléctrica.

Cuando el consumo de energía eléctrica se iguala mediante el control del orden de preferencia de puesta en marcha y similar tal como se ha descrito en lo que antecede, una corriente excesivamente grande, que es propensa a fluir hacia el controlador del ondulator 104 y hacia los dispositivos eléctricos 103 respectivos en la puesta en marcha, se puede controlar por medio de dispersión. Como resultado, se puede aumentar la vida útil del propio ondulator 104, los dispositivos eléctricos respectivos, y partes de cableado tales como cableados para conectar entre los dispositivos eléctricos respectivos.

Además, tal como se ejemplifica en la figura 5, cuando una frecuencia del suministrador y demandante de energía eléctrica 11 y una frecuencia del suministrador y demandante de energía eléctrica 15 son detectadas por un circuito de control de flujo de corriente de línea de conexión de red 170 y el ondulator de conexión de red vecino 164 se controla basándose en un resultado de la detección, es posible realizar un control de tal modo que no se causa una pulsación en un flujo de corriente de línea de conexión de red o hacer difícil que se cause la pulsación en el flujo de corriente de línea de conexión de red, lo que es útil también para asegurar una operación más estable en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica.

Además, cuando se controla un suministro y una demanda de energía eléctrica entre los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica y la energía eléctrica de CC que se usa entre los mismos se convierte en una energía eléctrica de CA, debido a que un estado de espera de TV y operaciones de espera de otros dispositivos, por ejemplo, se puede hacer innecesario, se puede reprimir un consumo de energía eléctrica inútil.

Un objeto de la interconexión de los suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 y 15 que se ejemplifican en las figuras 4 y 5 mediante el ondulator de conexión de red vecino 164 es la igualación de las cantidades de energía eléctrica que se cargan en los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua 102 y 153 que se instalan en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 y 15 y una cantidad de energía eléctrica que se carga en el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua que está compuesto por los onduladores de conexión de red autónomos 104 y 154, por ejemplo, el sistema de batería de NAS entre los mismos. Un problema de un suministro de energía eléctrica, que puede tener lugar en uno de los suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 y 15, puede ser evitado previamente por la conexión de red, y se puede mejorar la fiabilidad de un suministro y una demanda actual. Esto es lo mismo entre los suministradores y demandantes de energía eléctrica que no sean los suministradores y demandantes de energía eléctrica anteriores.

A continuación, en lo que respecta a un modo de control del flujo de corriente de línea de conectada a red entre sistemas vecinos, en concreto, en lo que respecta a cuánta cantidad de energía eléctrica se hace fluir hacia un suministrador y demandante de energía eléctrica en qué sentido, los onduladores de conexión de red vecinos 164 que están dispuestos junto con los sistemas de batería de NAS 102, 104 y similar realizan el modo de control.

En la realización, el flujo de corriente de línea de conexión de red se controla de tal modo que el mismo fluye de una batería de NAS (un ejemplo del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, esto es lo mismo que para la siguiente descripción) en la que se carga una cantidad de energía eléctrica más grande, a una batería de NAS en la que está cargada una cantidad de energía eléctrica más pequeña. Para este fin, es necesario detectar y hallar una cantidad de energía eléctrica cargada de la batería de NAS de un suministrador y demandante de energía eléctrica adyacente al ondulator de conexión de red 164. Para detectar si se cargan grandes cantidades de energía eléctrica en las baterías de NAS, las frecuencias de las tensiones que son generadas por los onduladores de conexión de red autónomos respectivos que están acoplados a las baterías de NAS respectivas se detectan y se reflejan en las cantidades de energía eléctrica cargadas. Cuando se carga una gran cantidad de energía eléctrica en un suministrador y demandante de energía eléctrica, una frecuencia asignada del suministrador y demandante de

energía eléctrica se establece a un nivel alto, mientras que se carga una pequeña cantidad de energía eléctrica, la frecuencia asignada del suministrador y demandante de energía eléctrica se establece a un nivel bajo.

5 Cuando se emplea el modo de control que se ha descrito en lo que antecede, en un control del ondulador de  
 conexión de red vecino es suficiente comparar una frecuencia de un suministrador y demandante de energía  
 eléctrica con una frecuencia de otro suministrador y demandante de energía eléctrica y hacer que fluya una corriente  
 10 de un suministrador y demandante de energía eléctrica que tiene una frecuencia alta a un suministrador y  
 demandante de energía eléctrica que tiene una frecuencia baja. Debido a que la frecuencia es una variable global en  
 el sistema de corriente alterna, el flujo de corriente se puede controlar solo por medio de la información (la  
 frecuencia) de un terminal autónomo mediante la detección y el control de la frecuencia sin la necesidad de una  
 línea de comunicación especial. Por otra parte, como una idea, una magnitud del flujo de corriente de línea de  
 conectada a red se establece de tal modo que esta es proporcional a una diferencia de frecuencias entre ambos de  
 los suministradores y demandantes de energía eléctrica.

15 La figura 6 muestra de forma esquemática una característica de inclinación basándose en una cantidad de energía  
 eléctrica de una batería de almacenamiento de corriente continua.

En la figura 6, un eje vertical (el eje Y) muestra un valor establecido de una frecuencia de un ondulador de conexión  
 20 de red autónomo, y un eje horizontal (el eje X) muestra una cantidad de energía eléctrica cargada (kWh) de una  
 batería de almacenamiento. Cuando la característica de inclinación se dibuja por medio de una línea característica  
 ascendente hacia la derecha (descendente hacia la izquierda) que pasa a través de un punto que muestra una  
 cantidad de energía eléctrica de referencia en la figura 6, una frecuencia de un ondulador se establece a un lado alto  
 25 en el momento en el que la cantidad de energía eléctrica es más grande que un objetivo (energía eléctrica de  
 referencia) y se establece a un lado bajo en el momento en el que la cantidad de energía eléctrica es más pequeña  
 que el objetivo (energía eléctrica de referencia).

30 Cuando los onduladores de conexión de red autónomos de los respectivos suministradores y demandantes de  
 energía eléctrica se controlan mediante la característica de inclinación basándose en la cantidad de energía eléctrica  
 de la batería de almacenamiento, las cantidades de energía eléctrica se pueden igualar de acuerdo con las  
 capacidades de las baterías de almacenamiento que están provistas con los respectivos suministradores y  
 demandantes de energía eléctrica.

35 Cuando las magnitudes de las cantidades de energía eléctrica cargadas de las baterías de almacenamiento se  
 reflejan en las frecuencias de los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica, debido a que el  
 mismo suministrador y demandante de energía eléctrica tiene las mismas frecuencias incluso si estas se detectan en  
 cualquier porción, información de un estatus de suministro y de demanda de energía eléctrica se puede transmitir a  
 las cargas y suministros de energía eléctrica en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica  
 40 sin la necesidad de una línea de comunicación especial. Con esta operación, un suministro y una demanda de  
 energía eléctrica se pueden controlar en el lado de suministro de energía eléctrica y en el lado de carga de los  
 respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica.

Las características del sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención se resumirán tal como se describe  
 en lo sucesivo.

45 En primer lugar, en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica, (1) unos dispositivos de  
 generación de energía eléctrica de energía natural (luz solar, fuerza eólica, micro rueda hidráulica, y similar) se  
 operan y se controlan de tal modo que los mismos pueden convertir la energía que se está usando en energía  
 eléctrica a un máximo, (2) La batería de NAS y similar se operan como unos medios de almacenamiento de energía  
 eléctrica en el modo de CVCF, y (3) Las frecuencias que se establecen en el modo de CVCF se hacen variables de  
 50 acuerdo con las cantidades de energía eléctrica que se cargan en los dispositivos de almacenamiento de energía  
 eléctrica tales como la batería de NAS. En concreto, cuando una cantidad de energía eléctrica cargada es más  
 grande que un valor objetivo (valor de referencia), la frecuencia se establece más alta que una frecuencia asignada,  
 mientras que cuando la cantidad de energía eléctrica cargada es más pequeña que el valor objetivo (valor de  
 referencia), la frecuencia se establece más baja que la frecuencia asignada.

55 Para controlar una pluralidad de los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica mediante la  
 interconexión de los mismos, en la invención, el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica como unos  
 medios de almacenamiento de energía eléctrica está dotado con el ondulador de conexión de red vecino además del  
 ondulador de conexión de red autónomo. Entre dos suministradores y demandantes de energía eléctrica que están  
 60 interconectados con el ondulador de conexión de red vecino, las frecuencias de ambos de los suministradores y  
 demandantes de energía eléctrica se detectan y la energía eléctrica de interconexión se controla de acuerdo con  
 una diferencia de las frecuencias. Es decir, se suministra energía eléctrica a partir de un suministrador y  
 demandante de energía eléctrica que tiene una frecuencia alta a un suministrador y demandante de energía eléctrica  
 que tiene una frecuencia baja.

65

En la invención, una zona muerta de una determinada anchura se establece a unos valores de referencia (valores de energía eléctrica objetivo) de las cantidades de energía eléctrica almacenadas (cargadas) de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica respectivos en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica o a una frecuencia de referencia (frecuencia objetivo) establecida en el ondulator de conexión de red autónomo.

La zona muerta evita que un flujo de corriente de conexión de red fluya entre ambos de los suministradores y demandantes de energía eléctrica para suministrar (entregar) energía eléctrica en una cantidad excesivamente grande de veces o de manera excesivamente frecuente.

Debido a que se puede usar un método que se describe en lo sucesivo para establecer la zona muerta, el método se describirá en lo sucesivo.

Una cantidad de energía eléctrica cargada (o frecuencia), que se usa como una referencia para determinar un sentido de flujo de corriente en el sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención, obtiene un valor predicho por medio de una red neuronal de un bloque de control que se ejemplifica en la figura 7. Es decir, en primer lugar, se predicen la cantidad de energía eléctrica generada total de un día siguiente, una cantidad de energía eléctrica demandada máxima, y una cantidad de energía eléctrica demandada total de cada suministrador y demandante de energía eléctrica. La predicción se describirá en lo sucesivo.

En primer lugar, se estiman (se predicen) "una cantidad de energía eléctrica generada por célula solar total", "la cantidad de energía eléctrica demandada máxima en un día" y "la cantidad de energía eléctrica demandada total en un día" de un día siguiente de cada suministrador y demandante de energía eléctrica. La estimación se realiza mediante la introducción de la información de predicción meteorológica del día siguiente y la información de predicción meteorológica pasada de un área de cada suministrador y demandante de energía eléctrica y un área adyacente al área, registros de "la cantidad de energía eléctrica generada por célula solar total", "la cantidad de energía eléctrica demandada máxima en un día", y la "cantidad de energía eléctrica demandada total en un día", información de calendario (los días de la semana, los días festivos y fiestas), y una cantidad de radiación solar teórica en una red neuronal jerárquica. La red neuronal realiza una estimación de interpolación no lineal mediante el estudio de patrones de clima del área y el área periférica de cada suministrador y demandante de energía eléctrica y una combinación de los datos de registro de una cantidad de energía eléctrica generada total y la energía eléctrica demandada de las áreas como patrones y mediante la puesta en correspondencia del patrón de predicción meteorológica de un día siguiente con un patrón de predicción meteorológica pasado.

En el estudio del patrón, debido a que un modelo se actualiza usando datos de observación cada día, una precisión de estimación se mejora de forma continua día a día. Además, también se hace frente a cambios ambientales (una capacidad de célula solar total, un cambio de demandantes, una variación del clima a largo plazo, un clima anómalo a medio plazo, y similar) en las áreas respectivas de los suministradores y demandantes de energía eléctrica al actualizar de forma independiente el modelo. Obsérvese que no es necesario construir una base de datos de los respectivos suministradores y demandantes en áreas de los respectivos demandantes de energía eléctrica.

La predicción anterior se realizará mediante el siguiente procedimiento.

(i) Se prepara un modelo de red neuronal para predecir una cantidad de energía eléctrica generada y una cantidad de energía eléctrica demandada (cuando el modelo no existe, se crea un modelo aproximado por medio de datos ficticios). Unos datos de registro pasados, la predicción meteorológica de un día siguiente, información de calendario y una cantidad de radiación solar (valor teórico) de un día en buenas condiciones meteorológicas se introducen en el modelo (en ese momento, es preferible añadir también información meteorológica de un área cercana además del área que se ha mencionado en lo que antecede para mejorar una precisión de predicción).

(ii) Se predicen una cantidad de energía eléctrica generada total, una cantidad de energía eléctrica demandada máxima, y una cantidad de energía eléctrica demandada total (estimación de interpolación no lineal mediante la puesta en correspondencia de patrones).

(iii) Los datos de registro reales se recopilan para un nuevo estudio de la red neuronal. La preparación para el nuevo estudio de la red neuronal se realiza mediante la recopilación de datos de registro. Los datos de registro son diversos tipos de datos de registro (cantidad de energía eléctrica generada, energía eléctrica máxima, energía eléctrica total, condiciones meteorológicas, información de calendario, cantidad de radiación solar teórica en buenas condiciones meteorológicas) en un periodo pasado previamente determinado que incluye un día actual.

(iv) Se da lugar a que la red neuronal realice el nuevo estudio usando propagación hacia atrás (un algoritmo de propagación hacia atrás de errores).

(v) Una cantidad de energía eléctrica generada total, una cantidad de energía eléctrica demandada máxima, y una cantidad de energía eléctrica demandada total de un día siguiente son predichas por una red neuronal actualizada.

Una precisión de los datos de predicción se mejora mediante la repetición de (i) a (v).

5 Cuando los valores (datos) de predicción de la cantidad de energía eléctrica generada total, la cantidad de energía eléctrica demandada máxima, y una cantidad de energía eléctrica total del día siguiente en los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica se obtienen tal como se ha descrito en lo que antecede, las cantidades de energía eléctrica cargadas (valores objetivo) que se usan como referencias de los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica se determinan de forma respectiva y, adicionalmente, se establecen unas zonas muertas que tienen, cada una, una asignación antes y detrás de los valores objetivo respectivos.

10 En los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica 11, 15, y similar, se forma una red de energía eléctrica entre los otros suministradores y demandantes de energía eléctrica usando los onduladores de conexión de red vecinos 164 que se usan como los dispositivos de control de suministro y de demanda de energía eléctrica como nodos. Por consiguiente, los onduladores de conexión de red autónomos 104 (154) y los onduladores de conexión de red vecinos 164 tienen una función para entregar energía eléctrica entre los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 y 15.

15 Por otra parte, en el sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención que se ejemplifica en las figuras 1 y 2, un grupo, en el que están apropiadamente reunidos una pluralidad de suministradores y demandantes de energía eléctrica, se puede tratar como los suministradores y demandantes de energía eléctrica 11 a 15 o uno cualquiera de de los mismos. Se supone que el grupo de los suministradores y demandantes de energía eléctrica está compuesto por aproximadamente de varias decenas de hogares a 10.000 hogares. Además, también es posible formar el grupo de los suministradores y demandantes de energía eléctrica de una unidad de "pueblo", una unidad de "ciudad", una unidad de "prefectura", y similar.

20 A pesar de que no se muestra, unos grupos de los suministradores y demandantes de energía eléctrica están interconectados a través de onduladores de conexión de red vecinos. La conexión mutua incluye una conexión en la que los grupos de los suministradores y demandantes de energía eléctrica están jerarquizados en una dirección vertical.

25 Unas jerarquías de orden superior respectivas del grupo de los suministradores y demandantes de energía eléctrica están mutuamente conectadas con unas jerarquías de orden inferior respectivas de los mismos a través de los onduladores de conexión de red vecinos.

30 En la realización de la invención, a pesar de que no se muestra, los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica se pueden conectar en un modo de rama y, adicionalmente, pueden emplear un patrón en el que los mismos se conectan en un modo de estrella, un patrón en el que estos se conectan en un modo de red y, adicionalmente, en un modo de combinación de estos modos.

**Aplicabilidad industrial**

40 La invención puede proporcionar un sistema de energía eléctrica autónomo en el que una pluralidad de suministradores y demandantes de energía eléctrica están mutuamente conectados a través de onduladores de conexión de red vecinos y que, además, no necesita una línea de comunicación de transmisión de información entre los respectivos suministradores y demandantes de energía eléctrica y no depende de un sistema de energía eléctrica existente convencionalmente conocido.

**Números de referencia**

- 50 1 sistema de energía eléctrica de acuerdo con la invención  
 11, 12, 13, 14, 15 suministrador y demandante de energía eléctrica  
 104, 164 ondulator de conexión de red  
 101 dispositivo de generación de energía eléctrica  
 102 dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (batería de NAS y similar)  
 103 carga (sistema de corriente alterna)

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna (1) de suministradores y demandantes de energía eléctrica (11 - 15) que incluye un dispositivo de generación de energía eléctrica (101), un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua (102) en el que se almacena energía eléctrica mediante el dispositivo de generación de energía eléctrica (101), onduladores de conexión de red autónomos (104) para conectar el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua (102) con un sistema de corriente alterna (103) de un dispositivo de consumo de energía eléctrica de corriente alterna, y un sistema de almacenamiento de energía eléctrica que está compuesto por un sistema de control para controlar los onduladores (104), **caracterizado por que** las frecuencias de salida de los onduladores (104) se controlan de forma variable mediante el sistema de control de acuerdo con un cambio de una cantidad de energía eléctrica almacenada (kWh) del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua (102).
2. Un sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en unos suministradores y demandantes de energía eléctrica vecinos (11 - 15) del sistema de energía eléctrica distribuido autónomo (1), las porciones entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua (102) y los onduladores de conexión de red autónomos (104, 154) de uno de los suministradores y demandantes de energía eléctrica vecinos (11 - 15) y los sistemas de corriente alterna (153) de otro de los suministradores y demandantes de energía eléctrica vecinos (11 - 15) están mutuamente conectadas a través de onduladores de conexión de red vecinos (164), se determina si las cantidades de energía eléctrica almacenadas del respectivo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua (102, 152) son excesivas o deficientes mediante la comparación de las frecuencias de salida de los sistemas conectados, y un flujo de energía eléctrica de conexión de red se controla mediante los sistemas de control de los onduladores de conexión de red vecinos (164) de tal modo que el flujo de energía eléctrica de conexión de red fluye de un sistema que tiene una frecuencia de salida alta a un sistema que tiene una frecuencia de salida baja.
3. Un sistema de energía eléctrica distribuido autónomo (1) de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** en el sistema de energía eléctrica distribuido autónomo, los flujos de energía eléctrica de conexión de red de los onduladores de conexión de red vecinos (164) se controlan basándose en si las frecuencias de salida de los onduladores de conexión de red autónomos (104, 154) son más grandes o más pequeñas que las frecuencias de sistemas vecinos que son detectadas por los onduladores de conexión de red vecinos (164).
4. El sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna (1) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que un suministrador y demandante de energía eléctrica (11 a 15) incluye un grupo de una pluralidad de suministradores y demandantes de energía eléctrica (103) que están reunidos y mutuamente conectados a través de los onduladores de conexión de red vecinos (164).
5. El sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que unas zonas muertas no operativas o no en comunicación están formadas para controladores de los onduladores de conexión de red autónomos (104, 154) o para controladores de los onduladores de conexión de red vecinos (164) que se proporcionan como dispositivos de control de suministro y de demanda de energía eléctrica y los controladores de los onduladores (104, 154, 164) se operan basándose en unos niveles de referencia que pueden establecer o cambiar de forma arbitraria las frecuencias de salida o las tensiones de salida.
6. El sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que, en los onduladores de conexión de red autónomos (104, 154), una cantidad de energía eléctrica almacenada del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica de corriente continua (102) está relacionada con un cambio de las frecuencias de salida de los onduladores en el ondulator (104) y, cuando una reducción de la cantidad de energía eléctrica almacenada se encuentra dentro de un intervalo previamente determinado, las frecuencias de salida de los onduladores se controlan de tal modo que las mismas no cambian.
7. El sistema de energía eléctrica distribuido autónomo de corriente alterna (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los onduladores de conexión de red vecinos (164) comparan una frecuencia de salida de un sistema con una frecuencia de salida del otro sistema y, cuando una diferencia de las frecuencias se encuentra dentro de un intervalo previamente determinado, el intervalo previamente determinado se establece como una zona muerta y un flujo de corriente de conexión de red se controla de tal modo que este no fluye a través de la misma.

FIG.1

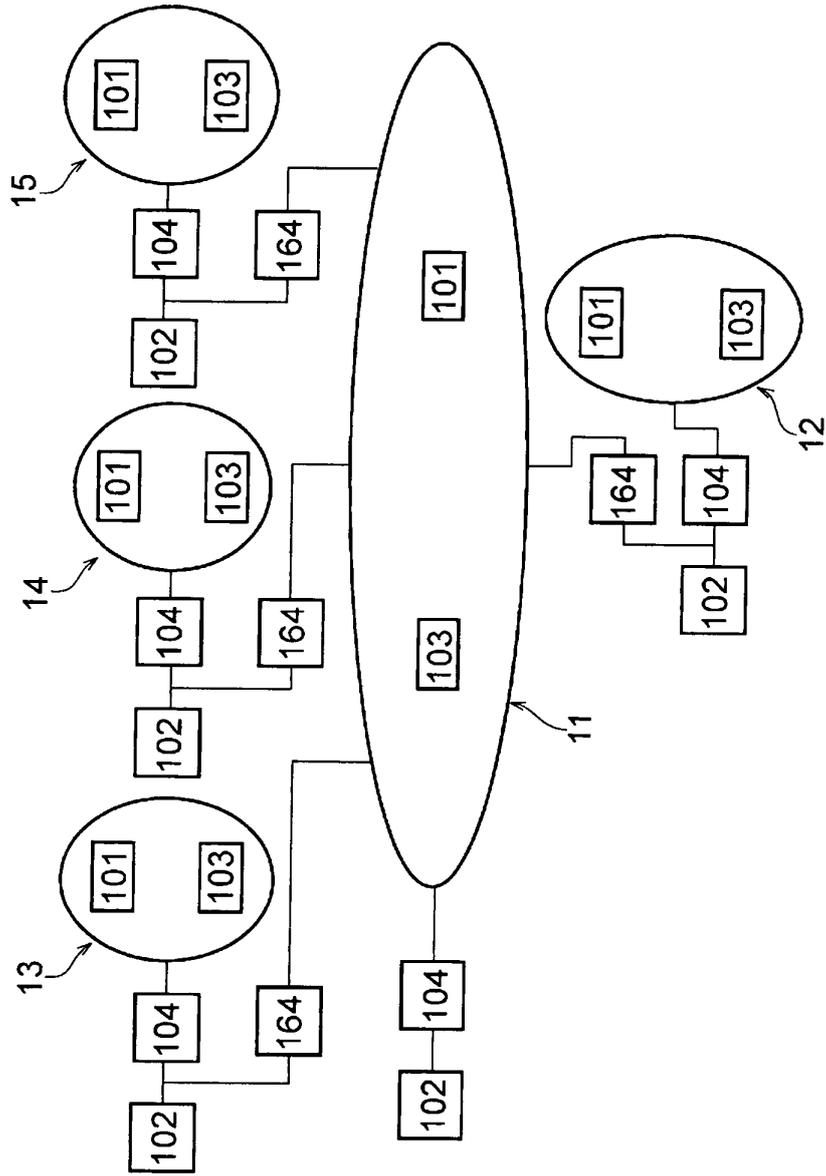


FIG.2

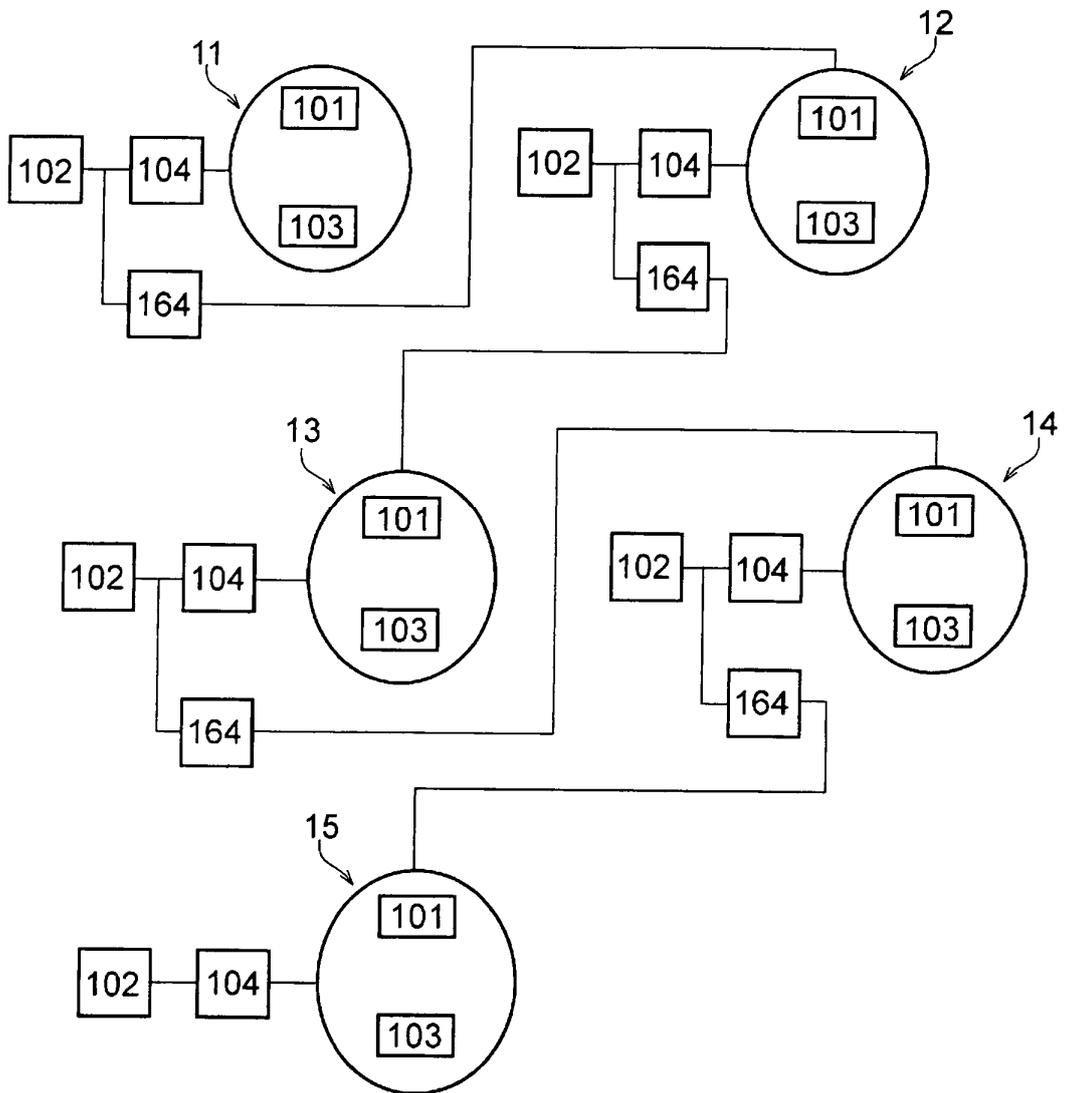


FIG.3

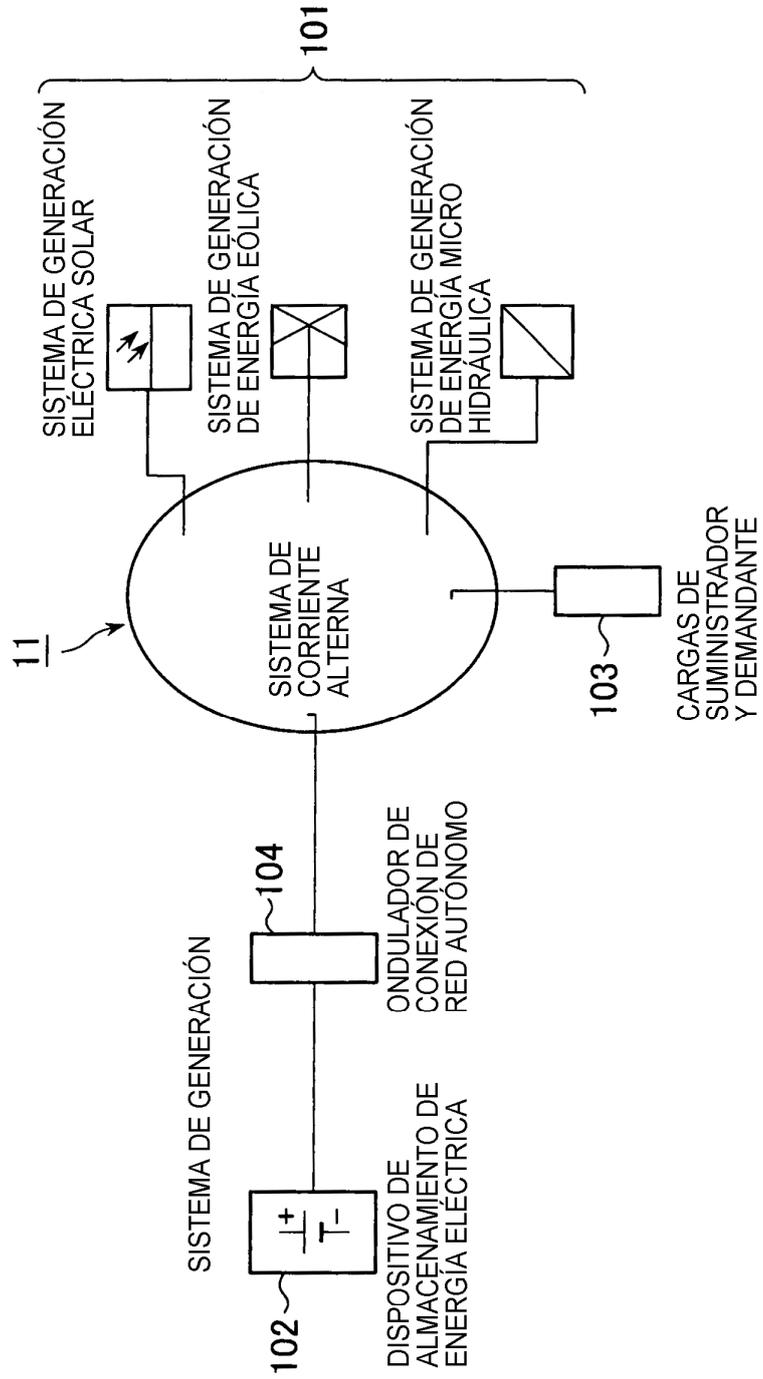


FIG.4

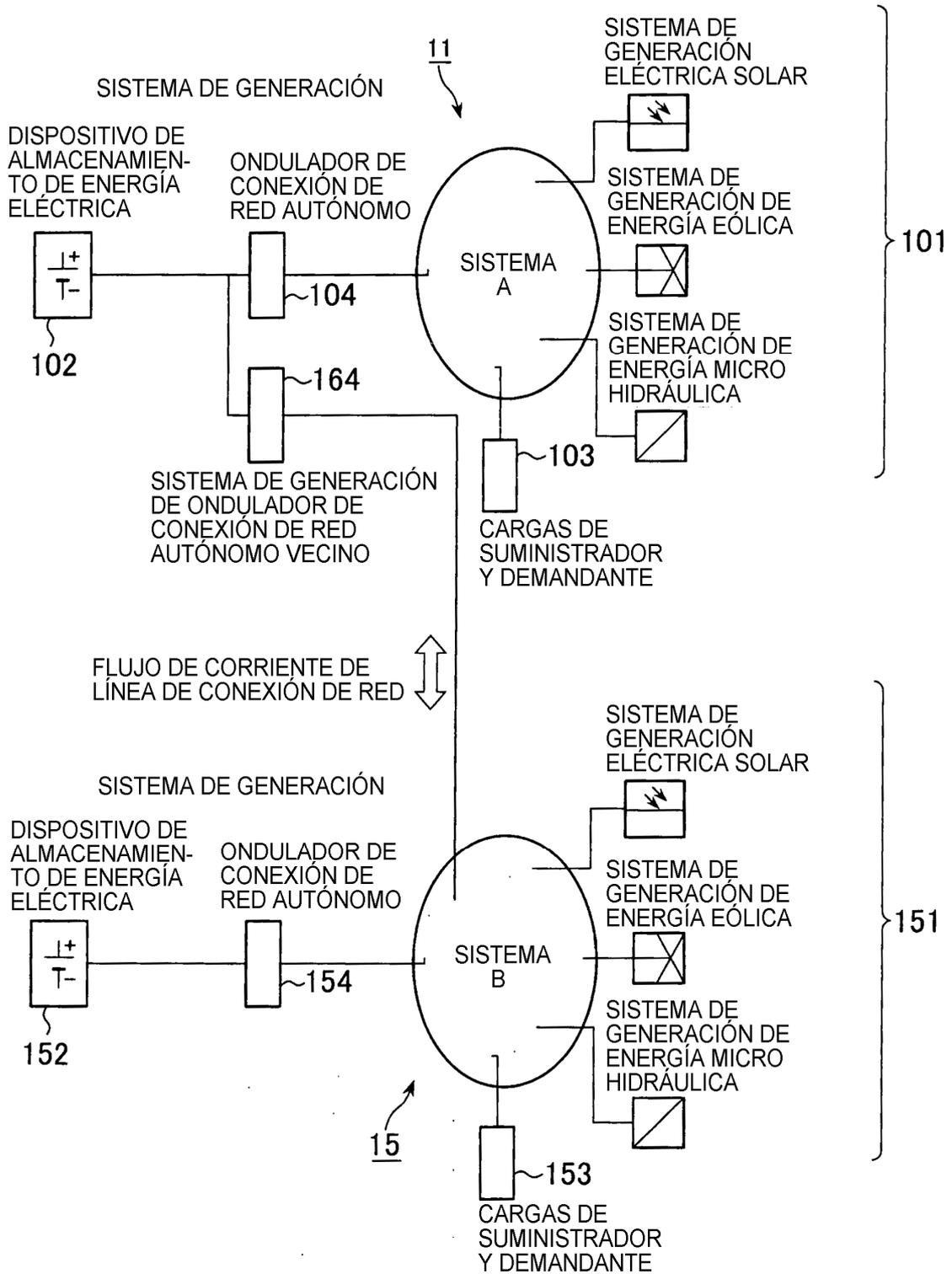


FIG.5

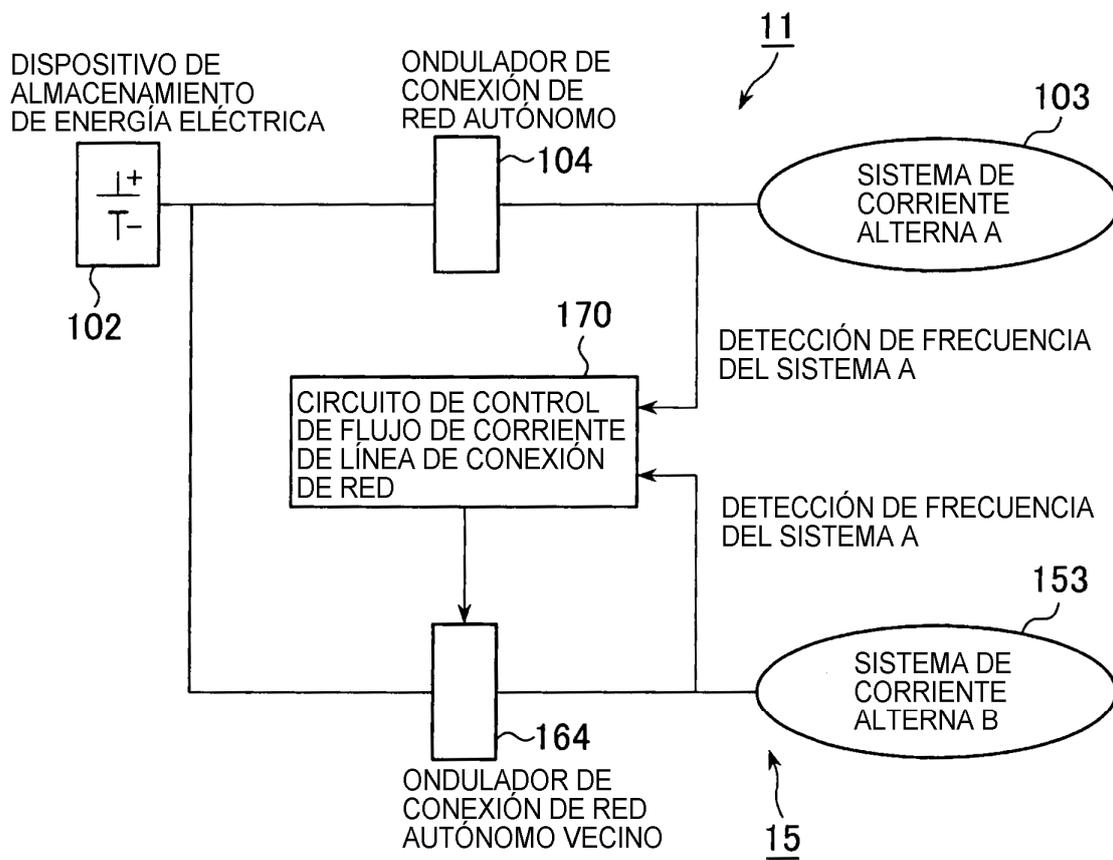


FIG.6

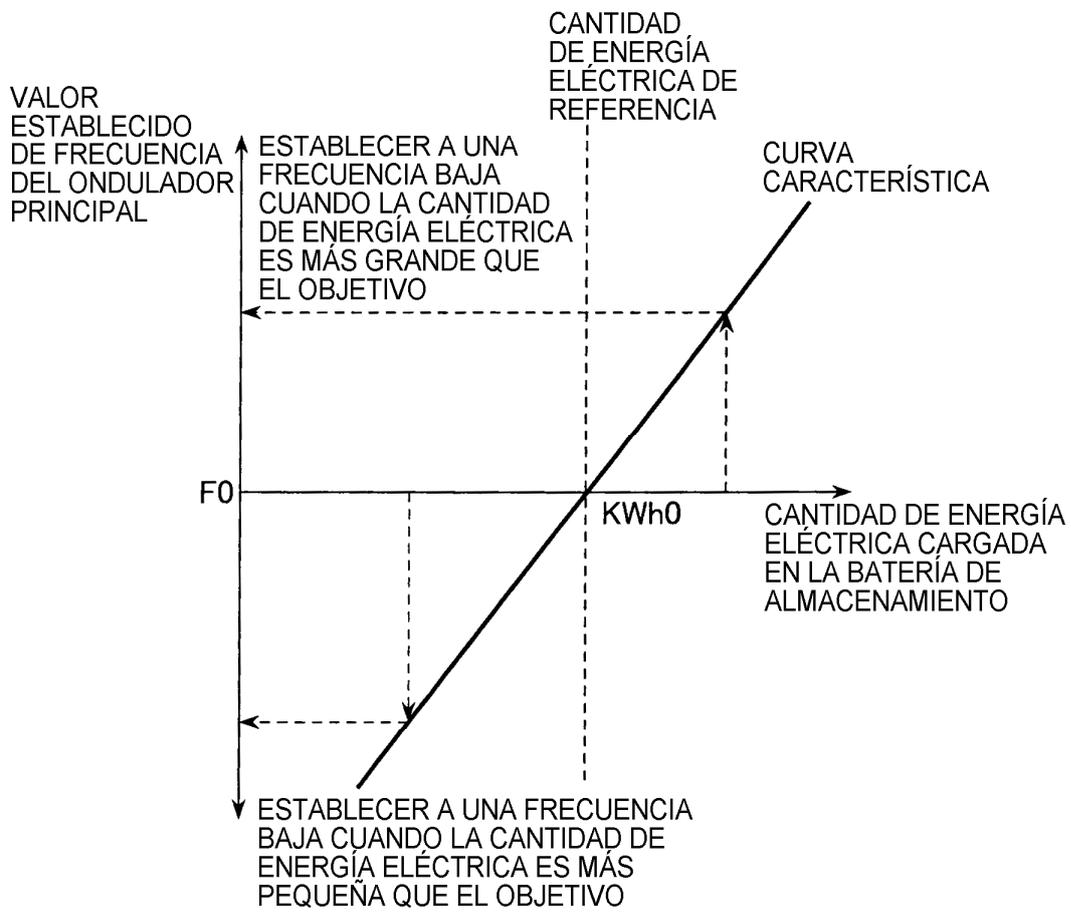


FIG.7

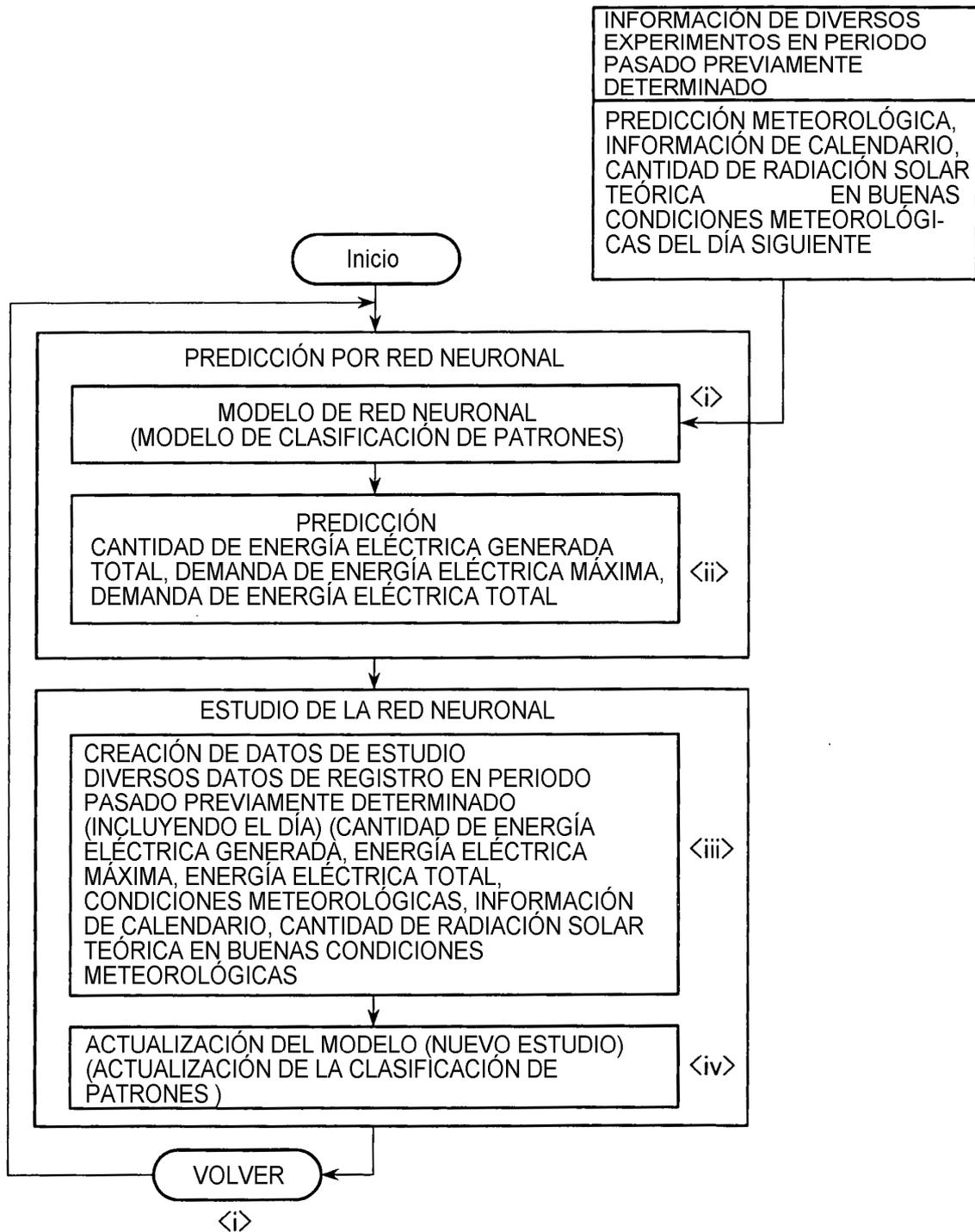


FIG.8

