

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 653**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 7/35 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2012 PCT/JP2012/072842**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2013 WO13088798**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2012 E 12858275 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2793345**

54 Título: **Sistema de suministro de energía eléctrica**

30 Prioridad:

15.12.2011 JP 2011275023

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

18.05.2017

73 Titular/es:

**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY
MANAGEMENT CO., LTD. (100.0%)**

**7 OBP Panasonic Tower, 1-61, Shiromi 2-chome
Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 540-6207, JP**

72 Inventor/es:

**KOSHIN, HIROAKI y
TAMURA, HIDEKI**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 612 653 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 suministro de energía eléctrica

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un sistema de suministro de energía eléctrica configurado para suministrar energía eléctrica desde un generador y/o una batería de almacenamiento a una carga en coordinación con una red eléctrica.

Antecedentes de la técnica

10 Se ha propuesto un sistema de suministro de energía eléctrica que incluye un transformador de energía configurado para transformar la energía de CC de un generador de energía tal como una batería solar en energía de CA. El sistema convencional de suministro de energía eléctrica puede suministrar energía eléctrica a una o unas cargas desde no solamente una red eléctrica de un suministro de energía comercial, sino también desde el transformador de energía (por ejemplo, véase el documento JP H09-135577A). El sistema (sistema de suministro de energía eléctrica dispersa) descrito en el documento JP H09-135577A puede conmutar su operación entre una operación de conexión a una red en la que el transformador de energía (acondicionador de energía) se coordina con la red eléctrica y una operación independiente de la red en la que el transformador de energía está desconectado de la red eléctrica.

20 En la operación de conexión a la red el transformador de energía transforma la energía de CC del generador de energía (fuente de energía) en energía de CA mediante un rectificador, y suministra la energía de CA a una o unas cargas (carga conectada a la red). En esta operación, si el transformador de energía no puede suministrar toda la energía requerida por la carga, la falta de energía puede ser compensada por la red eléctrica. En un caso de corte o similar, el transformador de energía es desconectado de la red eléctrica para ser conmutado en la operación independiente de la red, y para de este modo transformar la energía generada del generador de energía en una energía de CA por el rectificador y suministrar la energía de CA a una o unas cargas (carga independiente de la red).

25 Incidentalmente, en un caso en que el generador de energía es una batería solar y genera una energía en exceso (es decir, la energía generada por la batería solar es mayor que la energía consumida por la carga), en general la energía en exceso es vendida a una compañía de electricidad mediante el flujo inverso hacia la red eléctrica. No obstante, en Japón por ejemplo, en cuanto a un generador de energía distinto de la batería solar (tal como una pila de combustible), no se permite que el exceso de energía fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica incluso cuando el generador genera el exceso de energía. También se ha propuesto un sistema combinado de una batería de almacenamiento y una batería solar, pero a la energía eléctrica descargada por la batería de almacenamiento no se le permite fluir en sentido inverso hacia la red eléctrica.

35 En un sistema de suministro de energía eléctrica que puede generar una energía eléctrica que le sea permitido fluir en sentido inverso hacia la red eléctrica así como una energía eléctrica que le sea prohibido fluir en sentido inverso, con objeto de ahorrar dinero en electricidad, es deseable que la energía eléctrica que tiene permitido fluir en sentido inverso sea preferiblemente vendida, y la energía eléctrica que tiene prohibido fluir en sentido inverso sea preferiblemente suministrada a la carga. No obstante, los sistemas generales que incluyen tanto la batería solar como la batería de almacenamiento están usualmente diseñados para que la energía generada de la batería solar sea preferiblemente suministrada a la carga, y la energía de descarga de la batería de almacenamiento sea suministrada para compensar la falta de energía cuando la energía consumida por la carga sea mayor que la energía generada de la batería solar. Por lo tanto, en tales sistemas no es posible vender la energía eléctrica incluso cuando la batería solar genere una energía eléctrica suficiente, a menos que la energía generada de la batería solar sea mayor que la energía consumida por la carga. Por lo tanto, tales sistemas no pueden facilitar de forma efectiva un ahorro de dinero en electricidad.

45 El documento JP 2010-130836 A describe un sistema de suministro de energía que incluye un suministro de energía comercial, un sistema de generación de energía solar, y una batería de almacenamiento de energía. El sistema de suministro de energía está provisto de una unidad de conmutación de energía. Cuando se detecta un flujo de energía en sentido inverso o una subida del voltaje entre la unidad de conmutación de la energía y el suministro de energía comercial, la unidad de conmutación de energía separa el suministro de energía comercial del sistema y almacena el exceso de energía suministrado procedente del sistema de generación de energía solar en la batería de almacenamiento de energía. Cuando se detecta un fallo de la energía en el suministro de energía comercial, la unidad de conmutación de energía separa el suministro de energía comercial del sistema y suministra energía desde el sistema de generación de energía solar y la batería de almacenamiento de energía a una carga.

Compendio de la invención

55 La presente invención ha sido conseguida a la vista de las anteriores circunstancias, y un objeto de ella es proporcionar un sistema de suministro de energía eléctrica que pueda preferiblemente vender a la red eléctrica la electricidad que tiene permitido fluir en sentido inverso, y preferiblemente suministrar la carga con la energía eléctrica que tiene prohibido fluir en sentido inverso hacia la red eléctrica.

Un sistema de suministro de energía eléctrica de la invención incluye un primer transformador de energía, un segundo transformador de energía y un tercer transformador de energía. El primer transformador de energía está conectado a un primer generador de energía configurado para generar una energía eléctrica que le sea permitido fluir en sentido inverso hacia una red eléctrica, y está configurado para llevar a cabo la transformación eléctrica de la energía generada del primer generador de energía. El segundo transformador de energía está conectado a una batería de almacenamiento, y está configurado para cargar y descargar la batería de almacenamiento. El tercer transformador de energía está conectado a un segundo generador de energía configurado para generar una energía eléctrica que tiene prohibido fluir en sentido inverso hacia la red eléctrica, y está configurado para realizar la transformación eléctrica de la energía generada del segundo generador de energía. El sistema de suministro de energía está configurado para suministrar energía eléctrica a al menos una carga a través de una línea de alimentación conectada a la red. La red eléctrica está conectada a un extremo de aguas arriba de la línea de alimentación conectada a la red. La carga está conectada a un extremo de aguas abajo de la línea de alimentación conectada a la red. Los transformadores de energía primero a tercero están conectados a la línea de alimentación conectada a la red de una manera en que el primer transformador de energía está situado en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación conectada a la red. El sistema de suministro de energía eléctrica incluye además un primer sensor. El primer sensor está dispuesto a lo largo de la línea de alimentación conectada a la red en una posición entre una unión de la línea de alimentación conectada a la red y el primer transformador de energía y una unión de la línea de alimentación conectada a la red y uno de los transformadores de energía segundo y tercero, situados en un lado de más aguas arriba de la línea de alimentación conectada a la red. El primer sensor está configurado para detectar la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de alimentación conectada a la red. El segundo transformador de energía está configurado para controlar la carga y descarga de la batería de almacenamiento de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica, detectada por el primer sensor se mantenga en cero. El tercer transformador de energía está configurado para controlar su energía de salida con respecto a la línea de alimentación conectada a la red de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica, detectada por el primer sensor se mantenga en cero.

De acuerdo con un aspecto del sistema de suministro de energía eléctrica, los transformadores de energía segundo y tercero están conectados a la línea de alimentación conectada a la red de una manera en que el segundo transformador de energía está situado en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación conectada a la red. El sistema de suministro de energía eléctrica incluye además un segundo sensor. El segundo sensor está dispuesto a lo largo de la línea de alimentación conectada a la red en una posición entre una unión de la línea de alimentación conectada a la red y el segundo transformador de energía y una unión de la línea de alimentación conectada a la red y el tercer transformador de energía. El segundo sensor está configurado para detectar la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de alimentación conectada a la red. El segundo transformador de energía está conectado al primer sensor, y está configurado para controlar la carga y descarga de la batería de almacenamiento de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica, detectada por el primer sensor se mantenga en cero. El tercer transformador de energía está conectado al segundo sensor, y está configurado para controlar su energía de salida con respecto a la línea de alimentación conectada a la red de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica, detectada por el primer sensor se mantenga en cero.

De acuerdo con otro aspecto del sistema de suministro de energía eléctrica, uno de los anteriormente mencionados transformadores de energía segundo y tercero, situado en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación conectada a la red está conectado al primer sensor. Los transformadores de energía segundo y tercero están configurados para controlar la carga y descarga de la batería de almacenamiento y para controlar la energía de salida del tercer transformador de energía con respecto a la línea de alimentación conectada a la red mientras que se comunican entre sí, de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica detectada por el primer sensor se mantenga en cero.

Preferiblemente, en el sistema de suministro de energía eléctrica el segundo generador de energía está formado por un sistema de cogeneración configurado para generar simultáneamente energía eléctrica y térmica.

Preferiblemente, en el sistema de suministro de energía eléctrica el primer generador de energía está formado por una batería solar. El segundo generador de energía está formado por una pila de combustible. El primer transformador de energía está configurado para permitir que el exceso de energía de la energía generada por la batería solar fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica.

Preferiblemente, el sistema de suministro de energía eléctrica incluye además un dispositivo de desconexión y un detector de fallos. El dispositivo de desconexión está dispuesto a lo largo de la línea de alimentación conectada a la red en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación conectada a la red en comparación con la unión de la línea de alimentación conectada a la red y al primer transformador de energía. El detector de fallos está configurado, cuando detecta un fallo en la red eléctrica, para desactivar el dispositivo de desconexión y también para transmitir una señal de detección de fallo a uno de los transformadores de energía primero a tercero. El antes mencionado de los transformadores de energía primero a tercero está configurado para realizar un control de voltaje constante a fin de mantener su voltaje de salida con respecto a la línea de alimentación conectada a la red en un valor objetivo predeterminado cuando se recibe la señal de la detección de fallo. Los otros transformadores de energía está cada

uno configurado para realizar un control de la corriente para detectar un voltaje de la línea de alimentación conectada a la red para ajustar su corriente de salida basándose en el voltaje detectado.

Preferiblemente, en el sistema de suministro de energía eléctrica los transformadores primero a tercero está cada uno configurado para conmutar entre una operación de conexión a la red para suministrar energía eléctrica a la carga a través de la línea de alimentación conectada a la red y una operación independiente de la red para suministrar energía eléctrica a la carga a través de una línea de alimentación independiente de la red desconectada de la red eléctrica. Uno del primero al tercer transformador de energía está configurado, en la operación independiente de la red, para realizar un control de voltaje constante para mantener su voltaje de salida con respecto a la línea de alimentación independiente de la red en un valor objetivo predeterminado. Los otros transformadores de energía está cada uno configurado, en la operación independiente de la red, para realizar un control de la corriente para detectar un voltaje de la línea de alimentación independiente de la red para ajustar su corriente de salida basándose en el voltaje detectado.

Preferiblemente, en el sistema de suministro de energía eléctrica uno de los transformadores de energía primero a tercero está configurado para conmutar entre una operación de conexión a la red para suministrar energía eléctrica a la carga a través de la línea de alimentación conectada a la red y una operación independiente de la red para suministrar energía eléctrica a la carga a través de la línea de alimentación conectada a la red desconectada de la red eléctrica. Los otros transformadores de energía está cada uno conectado a la línea de alimentación conectada a la red y a la línea de alimentación independiente de la red por medio de un selector externo configurado para conmutar el destino de la conexión de un transformador correspondiente entre la línea de alimentación conectada a la red y la línea de alimentación independiente de la red. En la operación independiente de la red, el antes mencionado de los transformadores primero a tercero está configurado para realizar un control de voltaje constante para mantener su voltaje de salida con respecto a la línea de alimentación independiente de la red en un valor objetivo predeterminado y también para conmutar el selector externo al lado de la línea de alimentación independiente de la red, y los otros transformadores de energía está cada uno configurado para realizar un control de la corriente para detectar un voltaje de la línea de alimentación independiente de la red para ajustar su corriente de salida basándose en el voltaje detectado.

Preferiblemente, en el sistema de suministro de energía eléctrica la al menos una carga incluye dos o más cargas. El sistema de suministro de energía eléctrica incluye además unos interruptores de carga, una memoria y un selector de carga. Los interruptores de carga están dispuestos a lo largo de las respectivas líneas de alimentación de energía a las cargas. La memoria está configurada para almacenar las órdenes de prioridad de las cargas. El selector de carga está configurado para desactivar secuencialmente los interruptores de carga de acuerdo con la energía suministrada a las cargas de modo que un interruptor de carga correspondiente a una carga con una prioridad dada más baja sea preferiblemente desactivado.

Hay que tener en cuenta que, las características “el primer generador de energía está configurado para generar una energía eléctrica que tiene permitido fluir en sentido inverso hacia una red eléctrica” y “el segundo generador de energía está configurado para generar una energía eléctrica que tiene prohibido fluir en sentido inverso hacia la red eléctrica” son una opción en la invención, siempre que los generador primero y segundo estén configurados para generar energía eléctrica.

Esto es, el sistema de suministro de energía eléctrica de la invención incluye un primer transformador de energía, un segundo transformador de energía y un tercer transformador de energía. El primer transformador de energía está conectado a un primer generador de energía, y está configurado para realizar la transformación eléctrica de la energía generada por el primer generador de energía. El segundo transformador de energía está conectado a una batería de almacenamiento, y está configurado para cargar y descargar la batería de almacenamiento. El tercer transformador de energía está conectado a un segundo generador de energía, y está configurado para realizar la conversión eléctrica de la energía generada por el segundo generador de energía. El sistema de suministro de energía eléctrica está configurado para suministrar energía eléctrica a al menos una carga a través de una línea de alimentación conectada a la red. La red eléctrica está conectada a un extremo de aguas arriba de la línea de alimentación conectada a la red, respectivamente. La carga está conectada a un extremo de aguas abajo de la línea de alimentación conectada a la red. Los transformadores de energía primero a tercero están conectados a la línea de alimentación conectada a la red de una manera en la que el primer transformador de energía está situado en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación conectada a la red. El sistema de suministro de energía eléctrica incluye además un primer sensor. El primer sensor está dispuesto a lo largo de la línea de alimentación conectada a la red en una posición entre una unión de la línea de alimentación conectada a la red y el primer transformador de energía y una unión de la línea de alimentación conectada a la red y uno de los transformadores de energía segundo y tercero, situados en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación conectada a la red. El primer sensor está configurado para detectar la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de alimentación conectada a la red. El segundo transformador de energía está configurado para controlar la carga y descarga de la batería de almacenamiento de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica, detectada por el primer sensor se mantenga en cero. El tercer transformador de energía está configurado para controlar su energía de salida con respecto a la línea de alimentación conectada a la red de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica

detectada por el primer sensor se mantenga en cero. Preferiblemente, el primer generador de energía está formado por una batería solar, y el segundo generador de energía está formado por una pila de combustible.

5 La invención tiene la ventaja de que la energía eléctrica que tiene permitido fluir en sentido inverso hacia la red eléctrica puede ser preferiblemente vendida, y la energía eléctrica que tiene prohibido fluir en sentido inverso puede ser preferiblemente suministrada a la carga.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques que muestra una configuración de un sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con una primera realización;

10 la Figura 2 es un diagrama que ilustra una operación del sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con la primera realización;

las Figuras 3A a 3C son unos diagramas que ilustran la operación del sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con la primera realización;

la Figura 4 es un diagrama de bloques que muestra otra configuración de un sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con la primera realización;

15 la Figura 5 es un diagrama de circuitos que muestra una parte principal del sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con la primera realización;

la Figura 6 es un diagrama de bloques que muestra una configuración de un sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con una segunda realización;

20 la Figura 7 es un diagrama de bloques que muestra una configuración de un sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con una tercera realización;

la Figura 8 es un diagrama de bloques que muestra otra configuración de un sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con la tercera realización; y

las Figuras 9A y 9B son unos diagramas de bloques que muestran las partes principales del sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con la tercera realización.

25 Descripción de las realizaciones

(Primera Realización)

30 Como se muestra en la Figura 1, un sistema 1 de suministro de energía eléctrica de la presente realización incluye una batería solar 2, un primer transformador de energía 3 conectado a la batería solar 2, una batería de almacenamiento 4, un segundo transformador de energía 5 conectado a la batería de almacenamiento 4, una pila de combustible 6, y un tercer transformador de energía 7 conectado a la pila de combustible 6. Esto es, el primer transformador de energía 3 está conectado a la batería solar 2 como un primer generador de energía, y el tercer transformador de energía 7 está conectado a la pila de combustible 6 como un segundo generador de energía. La explicación de la realización se hace con un ejemplo en el que una instalación consumidora a la que se aplica el sistema 1 de suministro de energía es una casa unifamiliar general. No obstante, instalación consumidora a la que se aplica el sistema 1 no está limitada a este ejemplo, pero puede ser cada unidad de vivienda de un edificio de apartamentos, un local, una oficina, o similar. Los ejemplos de la batería de almacenamiento 4 incluyen una batería de almacenamiento de plomo y una batería de ión litio.

40 Cada uno de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 puede realizar una operación de conexión a la red eléctrica para coordinar con una red eléctrica 8 de un suministro de energía comercial (una red eléctrica comercial). El primer transformador de energía 3 tiene un terminal 31 de salida de conexión que funciona como un terminal de salida de energía en la operación de conexión a la red. El segundo transformador de energía 5 tiene un terminal 51 de salida de conexión que funciona como un terminal de salida de energía en la operación de conexión a la red. El tercer transformador de energía 7 tiene un terminal 71 de salida de conexión que funciona como un terminal de salida de energía en la operación de conexión a la red. Las estructuras detalladas de los transformadores de energía se discutirán más tarde.

45 Los terminales 31, 51 y 71 de salida de conexión de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 está cada uno conectado a la línea de alimentación 11 conectada a la red a la que está conectada la red eléctrica 8. En otras palabras, los terminales 31, 51 y 71 de salida de conexión de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 están todos conectados entre sí por medio de la línea de alimentación 11 conectada a la red.

50 La pila de combustible 6 del segundo generador de energía está configurada para reutilizar el calor de salida del generador, y de este modo formar un sistema de cogeneración que pueda simultáneamente generar energía eléctrica y térmica. Hay que tener en cuenta que, por ejemplo en Japón, está permitido que la energía generada por

la batería solar 2 del primer generador de energía sea vendida a una compañía de electricidad, pero no está permitido que la energía generada por la pila de combustible 6 del segundo generador de energía sea vendida a la compañía de electricidad.

5 La línea de alimentación 11 conectada a la red está conectada a una o unas cargas 9. La carga 9 de la realización está formada por un aparato eléctrico de CA que está configurado para operar mediante una energía en CA suministrada desde un transformador de energía o la red eléctrica 8. Ejemplos de la carga 9 incluyen diversos aparatos eléctricos tales como un aparato de iluminación, un refrigerador, un equipo de televisión, un aparato médico, y un cargador de un teléfono móvil. Hay que tener en cuenta que la línea de alimentación 11 conectada a la red no tiene que estar necesariamente conectada directamente a la carga 9 del aparato eléctrico, sino que puede estar conectada a una salida (no mostrada) a la que una carga 9 está unida de forma separable.

10 Están descritas las estructuras y operaciones de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 con referencia a la Figura 1.

15 El primer transformador de energía 3 incluye un transformador CC/CC 33 conectado a la batería solar 2, un transformador CC/CA 34 configurado para convertir energía de CC en energía de CA, un controlador 35 configurado para controlar cada componente, y un conmutador 36 del lado de conexión a la red formado por un relé. El transformador CC/CC 33 tiene un terminal al que está conectado el transformador CC/CA 34 y el cual está dispuesto en el lado opuesto al transformador CC/CC 33 desde la batería solar 2. El transformador CC/CA 34 tiene un terminal de salida de CA, y el terminal de salida de CA está conectado al terminal de salida 31 de conexión por medio del conmutador 36 del lado de conexión a la red.

20 El transformador CC/CC 33 está configurado para elevar la energía de CC de la batería solar 2 para suministrar la energía aumentada al transformador CC/CA 34. El transformador CC/CA 34 está formado por un transformador unidireccional (un inversor) configurado para transformar la energía de CC del transformador CC/CC 33 en una energía de CA sincronizada con un voltaje de la red eléctrica 8 para suministrar la energía de CA al terminal 31 de salida de conexión. Esto es, el transformador CC/CC 33 y el transformador CC/CA 34 constituyen un circuito 30 del transformador que está configurado para realizar la transformación de energía de la batería solar 2 para suministrar la energía transformada a la línea de alimentación 11 conectada a la red.

25 El controlador 35 está principalmente formado por un microcomputador, y está configurado para ejecutar los programas almacenados en una memoria (no mostrada) para obtener funciones para el control del circuito 30 del transformador. El controlador 35 controla el transformador CC/CC 33 para realizar un control de seguimiento de puntos de energía máxima (MPPT). La energía generada por la batería solar 2 no es constante pero varía de acuerdo con su voltaje de salida. Por lo tanto, es preferible que la batería solar 2 opere en un punto óptimo (punto de energía máxima) como generación de energía máxima.

30 Por lo tanto, el primer transformador de energía 3 de la realización está configurado para realizar el control del MPPT de modo que el punto de operación de la batería solar 2 siga el punto de energía máxima para minimizar la salida de la batería solar 2 independientemente de la fluctuación en el voltaje de salida y la corriente de salida de la batería solar 2 causada por variaciones en la temperatura de la batería solar 2, la intensidad de la radiación solar, y similares. Durante el control MPPT el primer transformador de energía 3 detecta el voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red para ajustar la corriente de salida del primer transformador de energía 3 basándose en el voltaje detectado, es decir, realiza un control de la corriente. El control del MPPT es una técnica bien conocida, por lo que se omite una explicación detallada de él. Además, el transformador 35 está configurado para activar el conmutador 36 del lado de conexión a la red en la operación de conexión a la red, y también para desactivar el conmutador 36 del lado de conexión a la red para de este modo evitar innecesariamente la operación y el mal efecto fuera (en la red eléctrica 8) cuando la red eléctrica 8 tiene un fallo tal como un corte de energía o cuando el primer transformador de energía 3 tiene un fallo.

45 El primer transformador de energía 3 está configurado, si la energía generada por la batería solar 2 contiene un exceso de energía, para permitir que el exceso de energía fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica 8 debido a que la energía generada por la batería solar 2 (el primer generador de energía) que está conectada al primer transformador de energía 3 tiene permitido ser vendida a la compañía de electricidad.

50 El segundo transformador de energía 5 incluye un transformador CC/CC 53 conectado a la batería de almacenamiento 4, un transformador CC/CA 54 configurado para transformar energía de CC en energía de CA, un controlador 55 configurado para controlar cada componente, y un conmutador 56 en el lado de conexión a la red formado por un relé. El transformador CC/CC 53 tiene un terminal al cual está conectado el transformador CC/CA 54 y que está dispuesto en el lado opuesto del transformador CC/CC 53 desde la batería de almacenamiento 4. El transformador CC/CA 54 tiene un terminal de salida de CA, y el terminal de salida de CA está conectado al terminal de salida 51 de conexión por medio del conmutador 56 del lado de conexión a la red.

55 El transformador CC/CC 53 está formado por un transformador bidireccional configurado para elevar la energía de CC de la batería de almacenamiento 4 para suministrar la energía aumentada al transformador CC/CA 54 durante la descarga de la batería de almacenamiento 4, y también para transformar la energía de CC del transformador CC/CA

54 en un voltaje y corriente óptimos de acuerdo con el estado de la batería de almacenamiento 4 para suministrar la energía transformada a la batería de almacenamiento 4 durante la carga de la batería de almacenamiento 4. El transformador CC/CA 54 está formado por un transformador bidireccional configurado para transformar la energía de CC del transformador CC/CC 53 en una energía de CA sincronizada con el voltaje de la red eléctrica 8 para suministrar la energía de CA al terminal de salida 51 de conexión durante la descarga de la batería de almacenamiento 4, y también para convertir la energía de CA suministrada a través del terminal 51 de la salida de conexión en una energía de CC para suministrar la energía de CC al transformador CC/CC 53 durante la carga de la batería de almacenamiento 4.

Esto es, el transformador CC/CC 53 y el transformador CC/CA 54 constituyen un circuito 50 de carga-descarga que está configurado para transformar bidireccionalmente la energía eléctrica entre la batería de almacenamiento 4 y la línea de alimentación 11 conectada a la red para cargar y descargar la batería de almacenamiento 4. De aquí en adelante un modo del circuito 50 de carga-descarga cuando transforma la energía de salida de la batería de almacenamiento 4 en una energía de CA para suministrar la energía de CA a la línea de alimentación 11 conectada a la red será llamado "modo de descarga", y un modo del circuito 50 de carga-descarga cuando transforma la energía eléctrica suministrada a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red en una energía de CC para suministrar la energía de CC a la batería de almacenamiento 4 será llamado "modo de carga".

El controlador 55 está principalmente formado por un microcomputador, y está configurado para ejecutar los programas almacenados en una memoria (no mostrada) para obtener funciones para el control del circuito 50 de carga-descarga. El controlador 55 está configurado de modo que, durante la descarga de la batería de almacenamiento 4, el controlador 55 fija un valor objetivo de la corriente de salida del circuito 50 de carga-descarga y controla el circuito 50 de carga-descarga para adaptar la corriente de salida del circuito 50 de carga-descarga al valor objetivo. Durante este control el segundo transformador de energía 5 detecta el voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red para ajustar la corriente de salida del segundo transformador de energía 5 basándose en el voltaje detectado, es decir realiza un control de la corriente. Además, el controlador 55 está configurado para activar el conmutador 56 del lado de la conexión a la red en la operación de conexión a la red, y también para desactivar el conmutador 56 del lado de la conexión a la red para de este modo evitar la operación innecesaria y el mal efecto fuera (en la red eléctrica 8) cuando la red eléctrica 8 tiene un fallo tal como un corte de energía o cuando el segundo transformador de energía 5 tiene un fallo.

El tercer transformador de energía 7 incluye un transformador CC/CC 73 conectado a la pila de combustible 6, un transformador CC/CA 74 configurado para transformar la energía de CC en energía de CA, un controlador 75 configurado para controlar cada componente, y un conmutador 76 del lado de la conexión a la red formado por un relé. El transformador CC/CC 73 tiene un terminal al cual está conectado el transformador CC/CA 74 y que está colocado en el lado opuesto del transformador CC/CC 73 desde la pila de combustible 6. El transformador CC/CA 74 tiene un terminal de salida de CA, y el terminal de salida de CA está conectado al terminal de salida 71 de conexión por medio del conmutador 76 en el lado de la conexión a la red.

El transformador CC/CC 73 está configurado para elevar la energía de CC de la pila de combustible 6 para suministrar la energía aumentada al transformador CC/CA 74. El transformador CC/CA 74 está formado por un transformador unidireccional (un inversor) configurado para transformar la energía de CC del transformador CC/CC 73 en una energía de CA sincronizada con el voltaje de la red eléctrica 8 para suministrar la energía de CA al terminal de salida 71 de conexión. Esto es, el transformador CC/CC 73 y el transformador CC/CA 74 constituyen un circuito 70 del transformador que está configurado para realizar la transformación de la energía de la pila de combustible 6 para suministrar la energía transformada a la línea de alimentación 11 conectada a la red. El tercer transformador de energía 7 está integrado con la pila de combustible 6 para formar un sistema 700 de pila de combustible en el ejemplo de la Figura 1, pero el tercer transformador de energía 7 y la pila de combustible 6 pueden ser unos componentes independientes.

El controlador 75 está principalmente formado por un microcomputador, y está configurado para ejecutar los programas almacenados en una memoria (no mostrada) para obtener funciones para el control del circuito 70 del transformador. El controlador 75 está configurado de modo que el controlador 75 fije un valor objetivo de la corriente de salida del circuito 70 del transformador y controle la corriente de salida del circuito 70 del transformador para adaptar la corriente de salida del circuito 70 del transformador al valor objetivo. Durante este control el tercer transformador de energía 7 detecta el voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red para ajustar la corriente de salida del tercer transformador 7 basándose en el voltaje detectado, es decir realiza un control de la corriente. Hay que tener en cuenta que el controlador 75 puede estar configurado para controlar operaciones de accesorios (tales como las bombas de ajuste, las válvulas y sopladores de agua, gas, aire y similares) para la pila de combustible 6 suministrando la instrucción de operación apropiada de suministro a estos accesorios, además de al circuito 70 del transformador. Además, el controlador 75 está configurado para activar el conmutador 76 del lado de conexión a la red en la operación de conexión a la red, y para desactivar el conmutador 76 del lado de conexión a la red para así evitar innecesariamente la operación la operación y el mal efecto fuera (en la red eléctrica 8) cuando la red eléctrica 8 tiene un fallo tal como un corte de energía o cuando el primer transformador de energía 7 tiene un fallo.

De acuerdo con las configuraciones antes descritas, a la carga 9 se le puede suministrar una energía eléctrica desde al menos uno del tercer transformador de energía 3, el segundo transformador de energía 5, el tercer transformador de energía 7, y la red eléctrica 8 a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red cuando la red eléctrica 8 está en condiciones normales (es decir, en la operación de conexión a la red).

5 En el sistema 1 de suministro de energía eléctrica de la realización la red eléctrica 8 y la carga 9 están conectadas al extremo de aguas arriba y al extremo de aguas abajo de la línea de alimentación 11 conectada a la red, respectivamente, y el primer al tercer transformador de energía 3, 5 y 7 están individualmente conectados a la línea de alimentación 11 conectada a la red entre el extremo de aguas arriba y el extremo de aguas abajo de la línea de alimentación 11 conectada a la red. Como se muestra en la Figura 1, del primer al tercer transformador de energía 3, 5 y 7 están conectados a la línea de alimentación 11 conectada a la red en el orden del primer transformador de energía 3, el segundo transformador de energía 5 y el tercer transformador de energía 7 desde el lado del extremo de aguas arriba de la línea de alimentación 11 conectada a la red.

Además, con el fin de detectar el flujo de energía a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red, el sistema 1 de suministro de energía eléctrica de la realización incluye además un primer sensor 14 y un segundo sensor 15 que están dispuestos a lo largo de la línea de alimentación 11 conectada a la red. En la realización el primer sensor 14 está conectado al segundo transformador de energía 5, y el segundo sensor 15 está conectado al tercer transformador de energía 7. El primer sensor 14 está formado por un sensor de corriente y está dispuesto en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación 11 conectada a la red comparado con una unión de la línea de alimentación 11 conectada a la red y el segundo transformador de energía 5 para detectar una corriente en una posición en la que está dispuesto el primer sensor 14. El segundo sensor 15 está formado por un sensor de corriente, y está dispuesto en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación 11 conectada a la red comparado con una unión de la línea de alimentación 11 conectada a la red y el tercer transformador de energía 7 para detectar una corriente en una posición en la que está dispuesto el segundo sensor 15. Esto es, el primer sensor 14 está dispuesto a lo largo de la línea de alimentación 11 conectada a la red en una posición entre el primer transformador de energía 3 y el segundo transformador de energía 5, y el segundo sensor 15 está dispuesto a lo largo de la línea de alimentación 11 conectada a la red en una posición entre el segundo transformador de energía 5 y el tercer transformador de energía 7. En otras palabras, el primer sensor 14 está dispuesto en una posición entre la unión de la línea de alimentación 11 conectada a la red y el primer transformador de energía 3 y la unión (la unión de la línea de alimentación 11 conectada a la red y el segundo transformador de energía 5, en la realización) de la línea de alimentación 11 conectada a la red y uno de los transformadores de energía primero y segundo 3 y 5, situados en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación 11 conectada a la red.

El controlador 55 del segundo transformador de energía 5 está configurado para monitorizar una forma de onda del voltaje en la línea de alimentación 11 conectada a la red. El controlador 55 está configurado para juzgar una diferencia de fase entre la forma de onda del voltaje monitorizada y una forma de onda detectada de la corriente con el primer sensor 14 para de este modo determinar una dirección de la energía que fluye en la posición en la que el primer sensor 14 está dispuesto (determinar si es un flujo inverso o no). El controlador 75 del tercer transformador de energía 7 está configurado para monitorizar una forma de onda del voltaje en la línea de alimentación 11 conectada a la red. El controlador 75 está configurado para juzgar una diferencia de fase entre la forma de onda del voltaje monitorizada y una forma de onda de la corriente detectada con el segundo sensor 15 para de este modo determinar la dirección de la energía que fluye en la posición en la que el segundo sensor 15 está dispuesto (determinar si es un flujo inverso o no). Con esta configuración el controlador 55 detecta la dirección de la energía que fluye a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red entre el primer transformador de energía 3 y el segundo transformador de energía 5, y el controlador 75 detecta la dirección de la energía que fluye a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red entre el segundo transformador de energía 5 y el tercer transformador de energía 7.

El controlador 55 está configurado para determinar el valor objetivo y controlar el circuito de carga-descarga 50 de modo que el segundo transformador de energía 5 envíe la máxima energía posible a la línea de alimentación 11 conectada a la red mientras que la energía que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red es mantenida en cero en la posición en la que está dispuesto el primer sensor 14. En otras palabras, el segundo transformador de energía 5 básicamente aumenta su energía de salida con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red todo lo más posible en la medida en la que la energía de salida no fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red. A continuación, el controlador 55 está también configurado para monitorizar un nivel de batería restante de la batería de almacenamiento 4, y para conmutar el circuito de carga-descarga 50 en el modo de carga para comenzar la carga de la batería de almacenamiento 4 cuando el nivel de la batería restante se haga menor de un umbral de carga predeterminado. El controlador 55 puede estar configurado, si se detecta la presencia del flujo en sentido inverso hacia la red eléctrica en la posición en la que el primer sensor 14 está dispuesto en un estado en el que la batería de almacenamiento 4 tiene una capacidad de carga, para conmutar el circuito 50 de carga-descarga en el modo de carga.

El controlador 75 está configurado para determinar el valor objetivo y controlar el circuito 70 del transformador de modo que el tercer transformador de energía 7 envíe la máxima energía posible a la línea de alimentación 11 conectada a la red mientras que la energía que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de

alimentación 11 conectada a la red sea mantenida en cero en la posición en la que está dispuesto el segundo sensor 15. En otras palabras, el tercer transformador de energía 7 básicamente aumenta su energía de salida con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red todo lo posible en la medida en la que la energía de salida no fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red. Como se ha descrito antes, el controlador 55 del segundo transformador de energía 5 está configurado para controlar la carga y descarga de la batería de almacenamiento 4 de modo que la energía que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica, detectada por el primer sensor 14 sea mantenida en cero. Por lo tanto, el controlador 75 del tercer transformador de energía 7 tiene que controlar la energía de salida del segundo generador de energía (la pila de combustible 6) con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red de modo que la energía que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica detectada por el primer sensor 14 sea mantenida en cero. El controlador 75 puede también estar configurado para controlar los accesorios. El controlador 75 puede estar configurado para desactivar el conmutador 76 del lado de conexión a la red si se detecta la presencia de flujo en sentido inverso hacia la red eléctrica en la posición en la que está dispuesto el segundo sensor 15.

Ahora se describe una operación del sistema 1 de suministro de energía eléctrica de acuerdo con la realización con referencia a las Figuras 2 y 3 que ilustran un ejemplo de un patrón de operación del sistema 1 de suministro de energía eléctrica. En la Figura 2 el eje horizontal indica la hora del día (0:00 a 24:00), y el eje vertical indica la cantidad de energía eléctrica. Hay que tener en cuenta que "P1" indica la "energía consumida", es decir la energía total consumida en una instalación consumidora, y "P2" indica la "energía vendida", es decir la energía vendida a la compañía de electricidad. Hay que tener en cuenta que las Figuras 3A a 3C omiten la ilustración de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7, y la batería solar (célula fotovoltaica) 2, la batería de almacenamiento 4, la pila de combustible 6 y la o las cargas 9 están representadas por las abreviaturas "PV", "SB", "FC", y "Ls", respectivamente.

En este ejemplo, en un período de 20:00 a 6:00, los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7 paran de enviar energía eléctrica a la línea de alimentación 11 conectada a la red, y de este modo la energía consumida por la carga 9 está totalmente cubierta por una energía comprada (indicada por una referencia "A1" en la Figura 2) procedente de la red eléctrica 8 debido a que la energía consumida por la carga 9 es comparativamente pequeña. Adicionalmente, en una hora de medianoche (en un período de 0:00 a 3:00) en la que la tarifa de la electricidad es baja, el segundo transformador de energía 5 carga la batería de almacenamiento 4 con una energía comprada (indicada por una referencia "A2" en la Figura 2) procedente de la red eléctrica 8. Esto es, en el período de 20:00 a 6:00, la energía eléctrica es suministrada desde la red eléctrica 8 a la carga 9 y a la batería de almacenamiento 4 a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red, como se muestra en la Figura 3A.

En un período de 6:00 a 20:00 el tercer transformador de energía 7 es activado para suministrar a la línea de alimentación 11 conectada a la red la energía generada por la pila de combustible 6. En este caso el tercer transformador de energía 7 limita su propia energía de salida de modo que la energía de salida no fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red. Por lo tanto, en un caso en el que la energía consumida por la carga 9 sea igual a o menor que la energía generada por la pila de combustible 6 en este período, la energía de salida (indicada por una referencia "A3" en la Figura 2) del tercer transformador de energía 7 varía hasta un techo de la energía consumida por la carga 9 para seguir la energía consumida por la carga 9.

En el período de 6:00 a 20:00 la energía generada por la batería solar 2 preferiblemente fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica 8 como la energía vendida P2. En el ejemplo de la Figura 2 la energía requerida (es decir, la energía consumida por la carga 9) en el lado de aguas abajo de la línea de alimentación 11 conectada a la red con respecto a la unión de la línea de alimentación 11 conectada a la red y el primer transformador de energía 3 puede ser cubierta por la suma de la energía de salida de la pila de combustible 6 y de la batería de almacenamiento 4. Por lo tanto, toda la energía generada por la batería solar 2 puede ser considerada como "energía en exceso", y el primer transformador de energía 3 permite que la energía en exceso fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica. Esto es, en un caso en el que la energía consumida por la carga 9 sea igual a o menor que la energía generada por la pila de combustible 6 en el período de 6:00 a 20:00, la energía de salida de la pila de combustible 6 es suministrada a la carga 9 a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red, y la energía generada por la batería solar 2 fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica 8, como se muestra en la Figura 3B.

En el caso en el que la energía consumida por la carga 9 sea mayor que la energía generada por la pila de combustible 6 en el período de 6:00 a 20:00, el segundo transformador de energía 5 es activado para suministrar la energía almacenada en la batería de almacenamiento 4 a la línea de alimentación 11 conectada a la red. En este caso el segundo transformador de energía 5 limita su propia energía de salida de modo que la energía de salida no fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red. Por lo tanto, la falta de energía, que es la diferencia entre la energía consumida por la carga 9 y la energía de salida del tercer transformador de energía 7 es compensada por la energía descargada (indicada por una referencia "A4" en la Figura 2) suministrada desde el segundo transformador de energía 5 a la línea de alimentación 11 conectada a la red. Esto es, en un caso en el que la energía consumida por la carga 9 sea mayor que la energía generada por la pila de combustible 6 en el período de 6:00 a 20:00, la energía eléctrica es suministrada desde la pila de combustible 6 y la batería de almacenamiento 4 a la carga 9 a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red, y la energía

generada por la batería solar 2 es hecha fluir en sentido inverso hacia la red eléctrica 8, como se muestra en la Figura 3C.

En un caso en el que la energía consumida por la carga 9 sea mayor que la suma de la energía generada por la pila de combustible 6 y la energía de descarga de la batería de almacenamiento 4 así como de la batería solar 2 puede generar una energía eléctrica suficiente, el primer transformador de energía 3 suministra energía eléctrica desde la batería solar 2 a la carga 9 para compensar la falta de energía. Si la energía consumida por la carga 9 es menor que la suma de la energía generada por la pila de combustible 6, la energía de descarga de la batería de descarga 4 y la energía generada por la batería solar 2, o sea, si queda un exceso de energía en la batería solar 2, el primer transformador de energía 3 permite que el exceso de energía fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica 8. Por otra parte, si la energía consumida por la carga 9 es mayor que la suma de la energía generada por la pila de combustible 6, la energía de descarga de la batería de almacenamiento 4 y la energía generada por la batería solar 2, la falta de energía es cubierta por una energía comprada a la red eléctrica 8.

La operación antes descrita puede ser obtenida disponiendo unos temporizadores apropiados (no mostrados) en el segundo transformador de energía 5 y en el tercer transformador de energía 7, de una forma respectiva y apropiada fijando los comportamientos de los controladores 35, 55 y 75.

Por ejemplo, en una cuarta hora predeterminada (20:00 en el ejemplo de la Figura 2), los controladores 35, 55 y 75 de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 desactivan los conmutadores 36, 56 y 76 del lado de conexión a la red, respectivamente para detener la salida de energía eléctrica a la línea de alimentación 11 conectada a la red. En una primera hora predeterminada (0:00 en este ejemplo) el controlador 55 del segundo transformador de energía 5 activa el conmutador 56 del lado de conexión a la red y también opera el circuito 50 de carga-descarga en el modo de carga para de este modo comenzar la carga de la batería de almacenamiento 4 con la energía comprada a la red eléctrica 8. A continuación el segundo transformador de energía 5 desactiva el conmutador 56 del lado de conexión a la red para detener la carga de la batería de almacenamiento 4 en una segunda hora predeterminada (3:00 en este ejemplo) o en una hora en la que el nivel de batería restante de la batería de almacenamiento 4 supera un límite superior predeterminado (es decir, cuando la batería de almacenamiento 4 está totalmente cargada). En una tercera hora predeterminada (6:00 en este ejemplo) el controlador 75 del tercer transformador de energía 7 activa el conmutador 76 del lado de conexión a la red para comenzar el suministro de energía eléctrica a la línea de alimentación 11 conectada a la red. Con esta operación la energía consumida por la carga 9 está cubierta por la energía comprada a la red eléctrica 8 en un período desde la cuarta hora a la tercera hora (es decir, de 20:00 a 6:00).

En un período desde la tercera hora a la cuarta hora (es decir, de 6:00 a 20:00) el controlador 75 del tercer transformador de energía 7 controla la operación del circuito 70 del transformador y la activación/desactivación del conmutador 76 del lado de conexión a la red de modo que el tercer transformador de energía 7 suministre la mayor energía posible a la línea de alimentación 11 conectada a la red en la medida en la que el flujo de energía inverso detectado por el segundo sensor 15 sea mantenido en cero. En este período (6:00 a 20:00) el controlador 55 del segundo transformador de energía 5 controla la operación del circuito 50 de carga-descarga y la activación/desactivación del conmutador 56 del lado de conexión a la red de modo que el segundo transformador de energía 5 suministre la mayor energía posible a la línea de alimentación 11 conectada a la red en la medida en la que el flujo de energía inverso detectado por el primer sensor 14 sea mantenido en cero. Aquí, si la energía consumida por la carga 9 disminuye rápidamente en un estado en el que el tercer transformador de energía 7 suministra energía eléctrica, se puede generar un flujo en sentido inverso desde el tercer transformador de energía 7 a la red eléctrica. Cuando se detecta la presencia del flujo inverso a través del segundo sensor 15, el controlador 75 del tercer transformador de energía 7 controla el circuito 70 del transformador para disminuir la corriente de salida del circuito 70 del transformador (o puede desactivar el conmutador 76 del lado de conexión a la red). En el caso en el que la energía consumida por la carga 9 disminuya rápidamente, incluso si el tercer transformador de energía 7 intenta impedir el flujo inverso en la posición en la que el segundo sensor 15 está dispuesto, un flujo inverso puede generarse en la posición en la que está dispuesto el primer sensor 14. Si el segundo transformador de energía 5 detecta la presencia del flujo inverso hacia la red eléctrica a través del primer sensor 14 en un estado en el que el segundo transformador de energía 5 envía energía eléctrica, el segundo transformador de energía 5 controla el circuito 50 de carga-descarga para disminuir su propia energía de salida (o lo conmuta en el modo de carga). En este período (6:00 a 20:00) el controlador 35 del primer transformador de energía 3 detecta el voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red y controla la operación del circuito 30 del transformador y la activación/desactivación del conmutador 36 del lado de conexión a la red de modo que su energía de salida fluya a la red eléctrica 8.

Brevemente, en un primer período (0:00 a 3:00 en el ejemplo de la Figura 2) el primer transformador de energía 3 está desconectado de la línea de alimentación 11 conectada a la red; el segundo transformador de energía 5 opera en el modo de carga; y el tercer transformador de energía 7 está desconectado de la línea de alimentación 11 conectada a la red.

En un segundo período (3:00 a 6:00 en el ejemplo de la Figura 2) los transformadores de energía primero al tercero 3, 5 y 7 están desconectados de la línea de alimentación 11 conectada a la red.

En un tercer período (6:00 a 20:00 en el ejemplo de la Figura 2) el controlador 75 del tercer transformador de energía 7 controla la operación del circuito 70 del transformador y la activación/desactivación del conmutador 76 del lado de conexión a la red de modo que el tercer transformador de energía 7 suministre la mayor energía posible a la línea de alimentación 11 conectada a la red en la medida en que el segundo sensor 15 no detecte un flujo inverso de energía. El controlador 55 del segundo transformador de energía 5 controla la operación del circuito 50 de carga-descarga y la activación/desactivación del conmutador 56 del lado de conexión a la red de modo que el segundo transformador de energía 5 suministre la mayor energía posible a la línea de alimentación 11 conectada a la red en la medida en la que el primer sensor 14 no detecte un flujo inverso de energía. El controlador 35 del primer transformador de energía 3 detecta el voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red y controla la operación del circuito 30 del transformador y la activación/desactivación del conmutador 36 del lado de conexión a la red de modo que su energía de salida fluya inversamente a la red eléctrica 8.

En un cuarto período (20:00 a 0:00 en el ejemplo de la Figura 2), los transformadores primero a tercero 3, 5 y 7 están desconectados de la línea de alimentación 11 conectada a la red.

De acuerdo con el sistema 1 de suministro de energía eléctrica antes descrito de la realización, las salidas de los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7, los cuales están situados en el lado de aguas abajo de la línea de alimentación 11 conectada a la red, tienen impedido fluir inversamente a la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red, y como resultado suministran su energía eléctrica preferiblemente a la carga 9. Esto es, la energía consumida por la carga 9 en la instalación consumidora está preferiblemente cubierta por la energía salida de la batería de almacenamiento 4 y de la pila de combustible 6 que están conectadas a los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7, respectivamente. Por lo tanto, el primer transformador 3 permite que la energía generada por la batería solar 2 fluya inversamente hacia la red eléctrica 8, vendiendo de este modo preferiblemente la energía generada. Cuando la energía consumida por la carga 9 es mayor que la suma de la energía generada por la pila de combustible 6 y la energía de descarga de la batería de almacenamiento 4, el primer transformador de energía 3 puede suministrar la energía generada por la batería solar 2 a la carga 9 para compensar la falta de energía.

En la realización la pila de combustible 6 que forma un sistema de cogeneración configurado para generar energía eléctrica y térmica se usa para el segundo generador de energía conectado al tercer transformador de energía 7. Como el tercer transformador de energía 7 preferiblemente suministra energía eléctrica a la carga 9 en la instalación consumidora, el presente sistema puede obtener un suministro eficiente de no solamente la energía eléctrica sino de la energía térmica a la instalación consumidora. Además, como la energía generada por la batería solar 2 (que tiene permitido ser vendida) es preferiblemente vendida a la instalación, el presente sistema puede reducir los costes de la compañía de electricidad y las emisiones de CO₂.

De acuerdo con la presente realización, en el caso en que la energía generada por la pila de combustible 6 sea menor que la energía consumida por la carga 9 el segundo transformador de energía 5 puede complementar la falta descargando la energía almacenada en la batería de almacenamiento 4. Por lo tanto, el sistema puede reducir la energía eléctrica (energía comprada) suministrada desde la red eléctrica 8. En particular, de acuerdo con el patrón de operación de la Figura 2 el segundo transformador de energía 5 carga la batería de almacenamiento 4 con la energía comprada a la red eléctrica 8 en el período de tiempo de medianoche (0:00 a 3:00) en el que la tarifa eléctrica es baja. Por lo tanto, es posible reducir además los costes de la compañía de electricidad.

De acuerdo con la configuración antes descrita, incluso cuando la batería solar 2 no puede generar una energía suficiente debido a causas tales como el mal tiempo o la hora de la medianoche, la energía consumida por la carga 9 puede ser cubierta por la energía de salida de la pila de combustible 6 y la energía de descarga por la batería de almacenamiento 4 que ha sido cargada previamente en el período de la medianoche en el que la tasa de la electricidad es baja, como se ha descrito antes. De este modo, es posible reducir la energía eléctrica (energía comprada) suministrada por la red eléctrica 8 y reducir los costes de la compañía de electricidad.

Como una variación de la realización, el sistema 1 de suministro de energía puede además incluir un dispositivo de desconexión 81 dispuesto a lo largo de la línea de alimentación 11 conectada a la red y un detector de fallos 82 configurado para detectar una presencia/ausencia de fallos en la red eléctrica 8 tal como un corte de energía, como se muestra en la Figura 4. El dispositivo de desconexión 81 está dispuesto en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación 11 conectada a la red comparado con la unión de la línea de alimentación 11 conectada a la red y el primer transformador de energía 3. El sistema 1 de suministro de energía eléctrica de esta variante incluye además un sensor de voltaje 83 dispuesto en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación 11 conectada a la red comparado con el dispositivo de desconexión 81. El detector de fallos 82 de esta variante está configurado para recibir una salida del sensor de voltaje 83 para detectar la presencia/ausencia de fallos en la red eléctrica 8 tal como un corte de la energía. Cuando se detecta un fallo en la red eléctrica 8 el detector de fallos 82 controla el dispositivo de desconexión 81 para desconectar la red eléctrica 8 y también transmitir una señal de detección de fallo a uno de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 (en el ejemplo de la Figura 4, al transformador de energía segundo o tercero 5, 7).

El transformador de energía que recibe la señal de detección de fallo (en este ejemplo el segundo transformador de energía 5) conmuta el modo de operación de su propio controlador 55 de modo que el controlador 55 realiza el

control de voltaje constante para mantener su voltaje de salida con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red en un valor objetivo predeterminado. Esto es, el segundo transformador de energía 5 está configurado para, en condiciones normales, realizar el control de la corriente para detectar el voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red para ajustar su corriente de salida basándose en el voltaje detectado, y está también configurado para ser conmutado al control de voltaje constante cuando recibe la señal de detección de fallo desde el detector de fallos 82. Hay que tener en cuenta que el valor objetivo para el control de voltaje constante puede ser variable.

Los otros transformadores de energía (en este ejemplo los transformadores primero y tercero 3 y 7) continúan, incluso cuando la red eléctrica 8 está en fallo, el control de la corriente para detectar el voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red para ajustar su corriente salida basándose en el voltaje detectado. Es notable que, si no hay voltaje en la línea de alimentación 11 conectada a la red como una referencia, los transformadores de energía primero y tercero 3 y 7 no pueden continuar el control de la corriente. No obstante, en este ejemplo, a la línea de alimentación 11 conectada a la red se aplica un voltaje procedente del segundo transformador de energía 5. Por lo tanto, los transformadores de energía primero y tercero 3 y 7 pueden continuar suministrando energía eléctrica a la carga 9 con el control de corriente con el voltaje aplicado por el segundo transformador de energía 5 considerado como un “pseudo” voltaje de la red (el voltaje de referencia), incluso cuando la red eléctrica 8 está desconectada de la línea de alimentación 11 conectada a la red.

Con respecto a la prioridad de la energía generada entre los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 cuando la red eléctrica está 8 en fallo, la energía generada por la batería solar 2 es preferiblemente usada en comparación con la energía generada por la pila de combustible 6. Esto es, el primer transformador de energía 3 realiza el control del MPPT para maximizar la energía generada por la batería solar 2, y el tercer transformador de energía 7 opera para compensar la falta de energía, que es una diferencia entre la energía consumida por la carga 9 y la energía generada por la batería solar 2, con la energía generada por la pila de combustible 6. En el caso en que la suma de la energía generada por la batería solar 2 y la energía generada por la pila de combustible 6 sea mayor que la energía consumida por la carga 9, el segundo transformador de energía 5 carga la batería de almacenamiento 4 con el exceso de energía. En un caso en que la suma de la energía generada sea menor que la energía consumida por la carga 9, el segundo transformador de energía 5 descarga la batería de almacenamiento 4 para compensar la falta de energía.

De acuerdo con esta configuración, uno de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 está conmutado en el control de voltaje constante en respuesta a una señal de detección de fallo cuando la red eléctrica 8 está en un fallo tal como un corte de energía, y por lo tanto los otros transformadores de energía pueden continuar operando en el control de la corriente. Por lo tanto, incluso cuando la red eléctrica 8 está en fallo la carga 9 puede recibir no solamente la energía de descarga de la batería de almacenamiento 4 sino la energía generada por la batería solar 2 y la energía generada por la pila de combustible 6. Como resultado, la energía eléctrica puede ser suministrada de forma estable a la carga 9. Además, el consumo de combustible en la pila de combustible 6 puede ser reducido ya que preferiblemente se usa la energía generada por la batería solar 2.

Es preferible que el transformador de energía configurado que debe ser conmutado en el control de voltaje constante en respuesta a la señal de detección de fallo cuando la red eléctrica 8 está en fallo sea seleccionado de entre los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7 cuyos voltajes de salida sean estables en comparación con los del primer transformador de energía 3. En otras palabras, lo anteriormente mencionado “uno de los transformadores de energía primero a tercero” es bien el segundo transformador de energía 5 o el tercer transformador de energía 7. Esto es, los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7 pueden de forma estable suministrar un voltaje como un voltaje de referencia para el control de la corriente por otros transformadores de energía sin detener sus salidas como el primer transformador de energía 3 que posiblemente detiene su salida dependiendo de un entorno exterior (cantidad de radiación solar). El segundo transformador de energía 5 es además ventajoso debido a que, cuando la suma de la energía generada por la batería solar 2 y la energía generada por la pila de combustible 6 es mayor que la energía consumida por la carga 9, el segundo transformador puede cargar la batería de almacenamiento 4 con la energía en exceso para el uso en una futura falta de energía. Esto es, lo anterior descrito “uno de los transformadores de energía primero a tercero” es preferiblemente el segundo transformador de energía 5, que está conectado a la batería de almacenamiento 4.

Con referencia a la Figura 5 se describen unas estructuras específicas de los transformadores primero a tercero 3, 5 y 7. La Figura 5 ilustra una construcción de un circuito del transformador CC/CC 33 y del transformador CC/CA 34 del primer transformador de energía 3, y cada uno de los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7 puede estar configurado como esta disposición del circuito.

El transformador CC/CC 33 está formado por un circuito de interruptor periódico de refuerzo el cual incluye un circuito en serie, un inductor 331 y un dispositivo de conmutación 332, conectados a la batería solar 2; y un circuito en serie de un diodo 333 y un condensador 334. El circuito del inductor 331 y el dispositivo de conmutación 332 están conectados a la batería solar 2 de modo que el inductor 331 está conectado a un lado del electrodo positivo de la batería solar 2, y el dispositivo de conmutación 332 está conectado a un lado del electrodo negativo de la batería solar 2. En el circuito del diodo 333 y del condensador 334 un ánodo del diodo 333 está conectado a una unión del inductor 331 y al dispositivo de conmutación 332; y un terminal del condensador 334 que está en el lado opuesto de él desde el diodo 333 está conectado a una unión del lado del electrodo negativo de la batería solar 2 y del

dispositivo de conmutación 332. El dispositivo de conmutación 332 de la realización está formado por un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT), y un diodo 335 está conectado en paralelo inverso con el dispositivo de conmutación 332. El dispositivo de conmutación para carga 336, formado por un IGBT está conectado en paralelo con el diodo 333.

5 Cuando el controlador 35 controla para activar y desactivar el dispositivo de conmutación 332 a una alta frecuencia en un estado en que al transformador CC/CC 33 se le suministra una energía eléctrica procedente de la batería solar 2, el transformador CC/CC 33 genera un voltaje de CC aumentado a través del condensador 334. Hay que tener en cuenta que para cargar la batería de almacenamiento 4 (en el modo de carga) el transformador CC/CC 53 del segundo transformador de energía 5 disminuye el voltaje suministrado por el transformador CC/CA 54 para cargar la
10 batería de almacenamiento 4 con el voltaje de CC disminuido manteniendo su propio dispositivo de conmutación 332 desactivado y controlando para activar y desactivar su propio dispositivo de conmutación de carga 336 en una alta frecuencia.

El transformador CC/CA 34 está formado por un circuito inversor de puente completo en el que están conectados cuatro dispositivos de conmutación 341 a 344 a través de un terminal de salida del transformador CC/CC 33 (es decir, conectados a través del condensador 334). El transformador CC/CA 34 incluye un filtro LC que está formado por un circuito en serie de un inductor 345, un condensador 346 y un inductor 347 y que están conectados entre una unión de los dispositivos de conmutación 341 y 342 y una unión de los dispositivos de conmutación 343 y 344. Cada uno de los dispositivos de conmutación 341 a 344 de la realización está formado por un IGBT, y los respectivos diodos 348 están conectados en paralelo inverso con los dispositivos de conmutación 341 a 344.

20 Cuando el controlador 35 controla para activar y desactivar los dispositivos de conmutación 341 a 344 en un estado en el que al transformador CC/CA 34 se le suministra una energía eléctrica procedente del transformador CC/CC 33, el transformador CC/CA 34 genera un voltaje de CA a través del condensador 346. Un terminal de salida del transformador CC/CA 34 (es decir, ambos extremos del condensador 346) está conectado al terminal de salida 31 de conexión por medio del conmutador 36 en el lado de conexión a la red de conmutación de doble polo. Hay que tener en cuenta que para cargar la batería de almacenamiento 4 (en el modo de carga), el transformador CC/CA 54 del segundo transformador de energía 5 suministra un voltaje de CC al transformador CC/CC 53 mediante el controlador 55 que controla para activar y desactivar sus propios dispositivos de conmutación 341 a 344. Hay que tener en cuenta que el transformador activa y desactiva los dispositivos de conmutación 341 a 344 de acuerdo con un patrón PWM (activación-desactivación) que tiene una fase opuesta a la de en un caso de salida de voltaje de un
25 lado de CC (lado de la batería de almacenamiento 4) hacia un lado de la red (lado de la línea de alimentación 11 de conexión a la red), y de este modo es posible realizar la transformación de energía del lado de la red hacia el lado de la energía de CC (para cargar).
30

En la realización antes descrita cada uno de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 incluye un único transformador de energía, pero no está limitado a esto. Por ejemplo, en el sistema cada uno de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 puede ser dos o más transformadores. En otras palabras, el sistema 1 de suministro de energía eléctrica incluye preferiblemente al menos un primer transformador de energía 3, al menos un segundo transformador de energía 5, y al menos un tercer transformador de energía 7.

(Segunda realización)

40 Un sistema 1 de suministro de energía eléctrica de la presente realización difiere del sistema 1 de suministro de energía eléctrica de la primera realización en que el segundo transformador de energía 5 y el tercer transformador de energía 7 están configurados para comunicarse entre sí. Los mismos tipos de elementos tienen asignados los mismos números de referencia representados en la primera realización por lo que se omite la consiguiente explicación.

45 Como se muestra en la Figura 6, en la realización el segundo transformador de energía 5 y el tercer transformador de energía 7 están conectados entre sí por una línea de comunicación 16, y de este modo un controlador 55 del segundo transformador de energía 5 y un controlador 75 del tercer transformador de energía 7 están configurados para comunicarse entre sí a través de la línea de comunicación 16. Hay que tener en cuenta que el segundo transformador de energía 5 y el tercer transformador de energía 7 no están limitados a una comunicación por cable sino que puede ser una comunicación inalámbrica. Alternativamente, el segundo transformador de energía 5 y el
50 tercer transformador de energía 7 pueden estar configurados para comunicarse entre sí usando una línea de alimentación 11 conectada a la red como línea de comunicación.

El segundo transformador de energía 5 y el tercer transformador de energía 7 están configurados cada uno para ajustar su propia energía de salida con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red (el segundo transformador de energía 5 también ajusta la energía de entrada procedente de la línea de alimentación 11 conectada a la red cuando es cargada una batería de almacenamiento 4) de acuerdo con la comunicación entre los controladores 55 y 75. En la realización se omite el segundo sensor 15 (véase la Figura 1), y el controlador 75 del tercer transformador de energía 7 está configurado para fijar un valor objetivo de modo que la energía que fluye inversamente a la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red sea mantenida en cero en una posición en la que está dispuesto el primer sensor 14.

Esto es, los controladores 55 y 75 están configurados para determinar los límites superiores de la energía de salida del segundo transformador de energía 5 y la energía de salida del tercer transformador de energía 7 con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red para aumentar su energía de salida con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red lo máximo posible mientras que la energía que fluye inversamente a la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red es mantenida en cero en la posición en la que está dispuesto el primer sensor 14. Los controladores 55 y 75 pueden estar configurados para determinar los límites superiores de la energía de salida de los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7 con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red de modo que la suma de la energía de salida de los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7 respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red sea mantenida en menos que la energía consumida por la carga 9.

Con este objeto, los controladores 55 y 75 están configurados para determinar el límite superior de la energía salida del tercer transformador de energía 7 añadiendo una energía eléctrica para cargar la batería de almacenamiento 4 por medio del segundo transformador de energía 5 a la energía consumida por la carga 9 cuando se detecta un nivel de batería remanente de la batería de almacenamiento 4 con la batería de almacenamiento 4 no totalmente cargada. Esto es, si la energía de salida del tercer transformador de energía 7 con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red supera la energía consumida por la carga 9, una energía en exceso de la energía de salida puede fluir inversamente a la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red. En este caso, usando la energía en exceso que ha fluido inversamente desde el tercer transformador de energía 7 para cargar la batería de almacenamiento 4 por medio del segundo transformador de energía 5 es posible impedir el flujo inverso hacia la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red en la posición en la que está dispuesto el primer sensor 14. Esto es, en la realización, la energía de salida del tercer transformador de energía 7 no tiene completamente prohibido fluir inversamente a la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red, y tiene permitido fluir inversamente cuando se usa para cargar la batería de almacenamiento 4.

Se describe una operación del sistema 1 de suministro de energía eléctrica de acuerdo con la realización de acuerdo con un ejemplo de un patrón de operación del sistema 1 de suministro de energía eléctrica. Hay que tener en cuenta que la operación básica de este ejemplo es similar a la del patrón de operación ilustrado en la primera realización con referencia a las Figuras 2 y 3.

Este ejemplo difiere del ejemplo de la primera realización en que la energía de salida del tercer transformador de energía 7 puede ser mantenida constante cuando la energía consumida por la carga 9 disminuye temporalmente con la batería de almacenamiento 4 no totalmente cargada, usando la cantidad disminuida en la energía consumida para cargar la batería de almacenamiento 4 por el segundo transformador de energía 5. Esto es, la fluctuación en la energía consumida por la carga 9 puede estar cubierta en el sistema sin cambio en la energía de salida del tercer transformador de energía 7 usando el exceso de energía de la pila de combustible 6 producido por la fluctuación para cargar la batería de almacenamiento 4 por el segundo transformador de energía 5.

En un estado en el que el sistema opera de acuerdo con un patrón de operación en el que la batería de almacenamiento 4 es cargada por la energía eléctrica procedente de la red eléctrica 8 en un período de tiempo predeterminado (por ejemplo en una hora de medianoche) cada día, y cuando el nivel de batería restante de la batería de almacenamiento 4 es suficientemente alto, el sistema puede usar preferiblemente la energía de descarga de la batería de almacenamiento 4. Por ejemplo, la energía consumida por la carga 9 puede ser cubierta mediante el avance de la temporización para hacer que el tercer transformador de energía 7 detenga la generación de energía de la pila de combustible 6 en un momento del día y haciendo que el segundo transformador de energía 5 envíe la energía de descarga de la batería de almacenamiento 4 a la línea de alimentación 11 conectada a la red.

De acuerdo con el sistema 1 de suministro de energía eléctrica de la realización antes descrita, la batería de almacenamiento 4 y la pila de combustible 6 se usan cooperativamente, y en consecuencia la batería de almacenamiento 4 puede ser usada como un "moderador" para la carga 9. Como resultado, la pila de combustible 6 puede ser operada de forma continua en un intervalo de salida comparativamente eficiente, y es posible mejorar la eficiencia de la energía del sistema 1 de suministro de energía eléctrica.

En la realización se puede invertir el orden del segundo transformador de energía 5 y del tercer transformador de energía 7 a lo largo de la línea de alimentación 11 conectada a la red. Esto es, el segundo transformador de energía 5 y el tercer transformador de energía 7 están conectados a la línea de alimentación 11 conectada a la red de modo que el segundo transformador de energía 5 está situado en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación 11 conectada a la red en el ejemplo anterior, pero pueden estar conectados de modo que el tercer transformador de energía 7 esté situado en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación 11 conectada a la red. En este caso los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 están conectados a la línea de alimentación 11 conectada a la red en el orden del primer transformador de energía 3, el tercer transformador de energía 7, y el segundo transformador de energía 5 a partir del extremo del lado de aguas arriba de la línea de alimentación 11 conectada a la red. Además, el primer sensor 14 está dispuesto a lo largo de la línea de alimentación 11 conectada a la red en una posición entre el primer transformador de energía 3 y el tercer transformador de energía 7. También en esta configuración los controladores 55 y 75 están configurados para determinar los límites superiores de la energía de salida de los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7 con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la red para aumentar su energía de salida con respecto a la línea de alimentación 11 conectada a la

red lo máximo posible mientras que la energía que fluye inversamente a la red eléctrica a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red es mantenida en cero en una posición en la que está dispuesto el primer sensor 14.

Otras configuraciones y funciones de la realización son análogas a las de la primera realización.

5 (Tercera realización)

Como se muestra en la Figura 7, un sistema 1 de suministro de energía eléctrica de la presente realización difiere del sistema 1 de suministro de energía eléctrica de la primera realización en que la presente realización incluye además una línea de alimentación 12 independiente de la red que está desconectada de la red eléctrica 8 y que está físicamente separada de la línea de alimentación 11 conectada a la red. Los mismos tipos de elementos tienen asignados los mismos números de referencia representados en la primera realización y se omite la consiguiente explicación.

En el ejemplo de la Figura 7, los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 está cada uno configurado para conmutar entre dos estados de operación de una operación de conexión a la red para coordinación con la red eléctrica 8 y una operación independiente de la red para operar independientemente de la red eléctrica 8. El primer transformador de energía 3 tiene un terminal 32 de salida independiente que funciona como un terminal de salida de energía en la operación independiente de la red, además de un terminal 31 de salida de conexión. De forma similar, el segundo transformador de energía 5 tiene un terminal 52 de salida independiente que funciona como un terminal de salida de energía en la operación independiente de la red, además de un terminal 51 de salida de conexión. Además, el tercer transformador de energía 7 tiene un terminal 72 de salida independiente que funciona como un terminal de salida de energía en la operación independiente de la red, además de un terminal 71 de salida de conexión.

Los terminales 32, 52 y 72 de salida independientes de los transformadores primero a tercero 3, 5 y 7 está cada uno conectado a la línea de alimentación 12 independiente de la red, y por lo tanto los terminales 32, 52 y 72 de salida independientes están conectados entre sí por medio de la línea de alimentación 12 independiente de la red. Cada uno de los transformadores de energía 3, 5 y 7 tiene un conmutador (no mostrado) en el lado independiente de la red. Los terminales de salida de CA de los transformadores CC/CA 34, 54 y 74 están conectados a los terminales 31, 51 y 71 de salida de conexión por medio de los correspondientes conmutadores 36, 56 y 76, respectivamente en el lado de conexión a la red, y también conectados a los terminales 32, 52 y 72 de salida independientes por medio de los correspondientes conmutadores en el lado independiente de la red, respectivamente. Los controladores 35, 55 y 75 están configurados para activar los correspondientes conmutadores 36, 56 y 76 en el lado de conexión a la red en la operación de conexión a la red, y desactivar los correspondientes conmutadores en el lado independiente de la red en la operación de conexión a la red, y también activar los correspondientes conmutadores en el lado independiente de la red y desactivar los correspondientes conmutadores 36, 56 y 76 en el lado de conexión a la red en la operación independiente de la red.

Los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 tienen un detector de fallos (no mostrado) configurado para detectar la presencia/ausencia de fallos en la red eléctrica 8 tal como un corte de energía, y está cada uno configurado para conmutar automáticamente entre la operación de conexión a la red y la operación independiente de la red de acuerdo con el resultado de la detección del detector de fallos. En breve, cada uno de los controladores 35, 55 y 75 está configurado para seleccionar la operación de conexión a la red cuando la red eléctrica 8 está en condiciones normales, y también para operar en la operación independiente de la red cuando la red eléctrica 8 tiene un fallo tal como un corte de energía.

Una carga 9 está conectada a cada una de la línea de alimentación 11 conectada a la red y la línea de alimentación 12 independiente de la red. En el ejemplo de la Figura 7 un selector 13 está interpuesto entre la carga 9 y las líneas de alimentación 11 y 12 conectada a la red e independiente de la red. El selector 13 está configurado para conmutar un destino de conexión de la carga 9 entre la línea de alimentación 11 conectada a la red y la línea de alimentación 12 independiente de la red. Con esta configuración, conmutando el selector 13 para conectar la carga 9 a la línea de alimentación 11 conectada a la red en la operación de conexión a la red y también para conectar la carga 9 a la línea de alimentación 12 independiente de la red en la operación independiente de la red, es posible ahorrar tiempo y esfuerzo para desconectar y volver a conectar la carga 9 cuando se conmutan las operaciones.

El selector 13 puede tener una configuración en la que es manualmente conmutado por un usuario de acuerdo con una operación. No obstante, en la realización el selector 13 está configurado para conmutar automáticamente sin ser operado por un usuario. Específicamente, el selector 13 está formado por un relé, y está configurado para conmutar un destino de conexión de la carga 9 entre la línea de alimentación 11 conectada a la red y la línea de alimentación 12 independiente de la red dependiendo de una excitación de una bobina producida por una energía eléctrica suministrada desde la red eléctrica 8 a través de la línea de alimentación 11 conectada a la red. Esto es, el selector 13 conecta la carga 9 a la línea de alimentación 11 conectada a la red como resultado de la excitación de la bobina provocada por la energía eléctrica procedente de la red eléctrica 8 cuando la red eléctrica 8 está en condiciones normales, y conecta la carga 9 a la línea de alimentación 12 independiente de la red cuando la red eléctrica 8 tiene un fallo tal como un corte de energía.

Hay que tener en cuenta que la línea de alimentación 12 independiente de la red no tiene necesariamente que estar conectada directamente a la carga 9 de un aparato eléctrico sino que puede estar conectada a una salida (no mostrada) a la que la carga 9 está unida de forma separable. Además, el selector 13 puede ser omitido y cada una de las líneas de alimentación 11 conectada a la red y la línea de alimentación 12 independiente de la red puede estar conectada individualmente a una carga 9 o a una salida. En este caso la línea de alimentación 11 conectada a la red está conectada a una salida que se puede usar durante la operación de conexión a la red de los transformadores de energía, mientras que la línea de alimentación 12 independiente de la red está conectada a una salida especializada para la operación independiente que puede ser usada durante la operación independiente de la red de los transformadores de energía.

En la realización uno de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 (un transformador de energía de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7; en este ejemplo el segundo transformador de energía 5) está configurado para realizar un control de voltaje constante para mantener su voltaje de salida con respecto a la línea de alimentación 12 independiente de la red en un valor objetivo predeterminado en la operación independiente de la red. Los otros transformadores de energía (en este ejemplo, los transformadores de energía primero y tercero 3 y 7) está cada uno configurado en la operación independiente de la red para realizar un control de la corriente para detectar el voltaje de la línea de alimentación 12 independiente de la red para ajustar su corriente de salida basándose en el voltaje detectado. Hay que tener en cuenta que el valor objetivo del control de voltaje constante puede ser variable.

Cuando se detecta un fallo en la red eléctrica 8, el segundo transformador de energía 5 conmuta el modo de operación del controlador 55 del control de la corriente al control de voltaje constante. Esto es, el segundo transformador de energía 5 está configurado para realizar el control de la corriente para detectar el voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red para ajustar su corriente de salida basándose en el voltaje detectado en la operación de conexión a la red, y tiene que ser conmutado automáticamente en el control de voltaje constante cuando detecta un fallo en la red eléctrica 8 para operar en la operación independiente de la red.

Cuando se detecta un fallo en la red eléctrica 8, cada uno de los transformadores de energía primero y tercero 3 y 7 tiene que ser operado en la operación independiente de la red y realizar el control de la corriente para detectar el voltaje de la línea de alimentación 12 independiente de la red para ajustar su propia corriente de salida basándose en el voltaje detectado. En este momento a la línea de alimentación 12 independiente de la red se le aplica el voltaje de salida del segundo transformador de energía 5. De este modo, cada uno de los transformadores de energía primero y tercero 3 y 7 suministra energía eléctrica a la carga 9 bajo el control de la corriente, con el voltaje de salida del segundo transformador de energía 5 considerado como un "pseudovoltaje de la red (como un voltaje de referencia).

Con esta configuración, cuando la red eléctrica 8 tiene un fallo tal como un corte de energía, uno de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 es conmutado en el control de voltaje constante, y en consecuencia los otros transformadores de energía pueden continuar la operación con el control de la corriente. Por lo tanto, incluso cuando la red eléctrica 8 tiene un fallo, no solamente la energía de descarga de la batería de almacenamiento 4 sino también la energía de generación de la batería solar 2 y de la pila de combustible 6 pueden ser suministradas a la carga 9. Como resultado, la energía eléctrica puede ser suministrada de forma estable a la carga 9. Además, los transformadores de energía 3, 5 y 7 tienen la función (detector de fallos) configurada para detectar fallos en la red eléctrica 8, y no es necesario añadir un dispositivo para detectar la presencia/ausencia de fallos en la red eléctrica 8. En consecuencia, es posible simplificar la configuración del sistema. Hay que tener en cuenta que el anteriormente mencionado "uno de los transformadores de energía primero a tercero (es decir, un transformador de energía que está configurado para realizar el control de voltaje constante en la operación independiente de la red)" es preferiblemente seleccionado a partir de los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7 debido a que estos transformadores pueden suministrar un voltaje de salida estable. El anteriormente mencionado "uno de los transformadores de energía primero a tercero" es preferiblemente el segundo transformador de energía 5 que está conectado a la batería de almacenamiento 4.

Además, debido a que la realización incluye el selector 13 que está configurado para conmutar el destino de la conexión de la carga 9 entre la línea de alimentación 11 conectada a la red y la línea de alimentación 12 que depende de la operación de conexión a la red y de la operación independiente de la red es posible ahorrar el tiempo y esfuerzo para desconectar y volver a conectar la carga 9. Por otra parte, debido a que el selector 13 está configurado para conmutar automáticamente el destino de conexión de la carga 9 de acuerdo con la presencia/ausencia de fallos en la red eléctrica 8 es posible ahorrar el tiempo y esfuerzo para que un usuario opere el selector 13. El selector 13 puede estar configurado para conmutar el destino de la conexión de la carga 9 entre la línea de alimentación 11 conectada a la red y la línea de alimentación 12 independiente de la red en respuesta a una señal de conmutación transmitida desde uno (por ejemplo, el segundo transformador de energía 5) de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7.

En otro ejemplo de la realización solamente una parte (en este ejemplo el segundo transformador de energía 5) de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 está configurado para conmutar entre dos estados de operación de la operación de conexión a la red y de la operación independiente de la red. En este ejemplo, como se muestra en la Figura 8, los otros transformadores de energía (en este ejemplo los transformadores de energía

primero y tercero 3 y 7) que no están configurados para conmutar entre la operación de conexión a la red y la operación independiente de la red está cada uno conectado a la línea de alimentación 11 conectada a la red y la línea de alimentación 12 independiente de la red por medio de un relé 17 o 18 como un selector externo. Los relés 17 y 18 como los selectores externos están configurados para conmutar los respectivos destinos de conexión de los terminales de salida 31 y 71 de los transformadores de energía primero y tercero 3 y 7 entre la línea de alimentación 11 conectada a la red y la línea de alimentación 12 independiente de la red de acuerdo con el control del segundo transformador de energía 5.

En el ejemplo de la Figura 8 el segundo transformador de energía 5 configurado para conmutar entre la operación de conexión a la red y la operación independiente de la red realiza el control de voltaje constante para mantener su voltaje de salida con respecto a la línea de alimentación 12 independiente de la red en un valor objetivo predeterminado de la operación independiente de la red. Los otros transformadores de energía (en este ejemplo los transformadores de energía primero y tercero 3 y 7) está cada uno configurado para realizar un control de la corriente para detectar un voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red o de la línea de alimentación 12 independiente de la red para ajustar su corriente de salida basándose en el voltaje detectado. Hay que tener en cuenta que el valor objetivo para el control de voltaje constante puede ser variable.

Esto es, cuando se detecta un fallo en la red eléctrica 8, el segundo transformador de energía 5 conmuta el modo de operación del controlador 55 del control de la corriente al control de voltaje constante. El segundo transformador de energía 5 está configurado para realizar el control de la corriente para detectar el voltaje de la línea de alimentación 11 conectada a la red para ajustar su corriente de salida basándose en el voltaje detectado en la operación de conexión a la red, y tiene que ser conmutado automáticamente en el control de voltaje constante cuando detecta un fallo en la red eléctrica 8 para operar en la operación independiente de la red. En este momento, el segundo transformador de energía 5 controla los relés 17 y 18 como los selectores externos para conmutar los destinos de la conexión de los terminales 31 y 71 de salida de conexión de los transformadores de energía primero y tercero 3 y 7 de la línea de alimentación 11 conectada a la red a la línea de alimentación 12 independiente de la red.

Cada uno de los transformadores de energía primero a tercero 3 y 7 realiza el control de la corriente para detectar el voltaje de la línea de alimentación 12 independiente de la red para ajustar su propia corriente de salida basándose en el voltaje detectado. En este momento a la línea de alimentación 12 independiente de la red se le aplica el voltaje de salida del segundo transformador de energía 5. De este modo, cada uno de los transformadores de energía primero a tercero 3 y 7 suministra energía eléctrica a la carga 9 con el control de la corriente, con el voltaje de salida del segundo transformador de energía 5 considerado como un "pseudovoltaje de la red (como un voltaje de referencia).

Con esta configuración un transformador de energía que tiene una función de conmutación de los estados de operación y un transformador de energía que no tiene la función para la conmutación de los estados de operación pueden cooperar uno con otro incluso cuando la red eléctrica 8 tiene un fallo tal como un corte de energía. Por lo tanto, incluso cuando la red eléctrica 8 tiene un fallo, no solamente descarga energía de la batería de almacenamiento 4 sino que también la energía que se genera en la batería solar 2 y en la pila de combustible 6 pueden ser suministradas a la carga 9. Como resultado, la energía eléctrica puede ser suministrada de forma estable a la carga 9. Hay que tener en cuenta que el "transformador de energía (esto es, un transformador de energía que tiene una función para conmutar entre la operación de conexión a la red y la operación independiente de la red)" antes mencionado es preferiblemente seleccionado a partir de los transformadores de energía segundo y tercero 5 y 7 debido a que estos transformadores pueden suministrar un voltaje de salida estable. El antes mencionado "transformador de energía" preferiblemente es el segundo transformador de energía 5 que está conectado a la batería de almacenamiento 4.

Incidentalmente, en un caso en el que el sistema de suministro de energía eléctrica incluye dos o más cargas 9 que están conectadas a la línea de alimentación 11 conectada a la red o a la línea de alimentación 12 independiente de la red, el sistema 1 de suministro de energía eléctrica puede tener una estructura para seleccionar una o unas cargas 9 para ser suministradas con energía eléctrica.

Como se muestra en la Figura 9A, en un caso en el que dos o más (en este ejemplo tres) cargas 91 a 93 están conectadas a la línea de alimentación 11 conectada a la red, los interruptores de carga 113 están interpuestos entre la línea de alimentación 11 conectada a la red y las cargas 91 a 93 respectivamente. Además, el sistema 1 de suministro de energía eléctrica de este ejemplo incluye: un sensor de corriente 111 configurado para detectar la energía suministrada a las cargas 91 a 93; y un selector de carga 112 configurado para controlar los interruptores de carga 113 de acuerdo con la energía suministrada a las cargas 91 a 93. El selector de carga 112 tiene una memoria (no mostrada) que almacena órdenes de prioridad predeterminadas de las cargas 91 a 93.

En la configuración de la Figura 9A, el selector de carga 112 está configurado para monitorizar la energía (total) suministrada a las cargas 91 a 93 detectada por el detector de corriente 111, y también, cuando la energía suministrada a las cargas supera un umbral predeterminado para desactivar secuencialmente los interruptores de carga 113 de las cargas 91 a 93 de acuerdo con los órdenes de prioridad de modo que un interruptor de carga 113 correspondiente a una carga con una prioridad más baja sea preferiblemente desactivado. En un ejemplo en el que a las cargas 91, 92 y 93 se les ha dado órdenes de prioridad en un orden inverso, cuando la energía suministrada a

5 las cargas supera el umbral, el selector de carga 112 primeramente desactiva un interruptor de carga 113 al que está conectada la carga 91 a la que se ha dado la prioridad más baja y de este modo detiene el suministro de energía a la carga 91. Si la energía suministrada a las cargas es todavía mayor que el umbral en este estado, el selector de carga 112 a continuación desactiva un interruptor de carga 113 al cual está conectada la carga 92 a la que se ha dado la segunda prioridad más baja y de este modo detiene el suministro de energía a la carga 92.

10 En otro ejemplo el sistema 1 de suministro de energía eléctrica puede estar configurado de modo que el o los selectores 112 de carga estén alojados en cualquiera de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7, y los interruptores de carga 113 estén controlados de acuerdo con una señal de control procedente de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7, como se muestra en la Figura 9B. En la configuración de la Figura 9B el selector de carga en los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 está configurado para monitorizar cada energía de salida de los transformadores de energía primero a tercero 3, 5 y 7 así como la energía (total) suministrada a las cargas 9. Cuando la diferencia entre la energía de salida y la energía suministrada a las cargas es menor que un umbral predeterminado el selector de carga desactiva secuencialmente los interruptores de carga 113 de las cargas 91 a 93 de acuerdo con las órdenes de prioridad de modo que un interruptor de carga 113 correspondiente a una carga dada una prioridad inferior es preferiblemente desactivado.

20 De acuerdo con el sistema 1 de suministro de energía eléctrica antes mencionado que tiene la estructura para seleccionar una o unas cargas 9 para ser suministradas con energía eléctrica, el sistema 1 de suministro de energía eléctrica puede suministrar de forma estable a una carga o cargas 9 a las que se ha dado la prioridad más alta, incluso cuando la cantidad de energía eléctrica para ser suministrada a las cargas 9 está limitada como en el caso de la operación independiente de la red.

Otras configuraciones y funciones de la realización son análogos a los de la primera realización. Hay que tener en cuenta que la realización puede estar combinada con la segunda realización en la que el segundo transformador de energía 5 y el tercer transformador de energía 7 están configurados para comunicarse entre sí.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de energía eléctrica que comprende:

5 un primer transformador de energía (3) que está conectado a un primer generador de energía configurado para generar una energía eléctrica que tiene permitido fluir en sentido inverso hacia una red eléctrica (8) y que está configurado para realizar la transformación eléctrica de la energía generada por el primer generador de energía;

un segundo transformador de energía (5) que está conectado a una batería de almacenamiento (4) y que está configurado para cargar y descargar la batería de almacenamiento (4); y

10 un tercer transformador de energía (7) que está conectado a un segundo generador de energía, configurado para generar una energía eléctrica que tiene prohibido fluir en sentido inverso hacia la red eléctrica (8) y que está configurado para realizar la transformación eléctrica de la energía generada por el segundo generador de energía;

15 en donde el sistema de suministro de energía eléctrica está configurado para suministrar energía eléctrica a al menos una carga (9) a través de la línea de alimentación (11) conectada a la red, estando dicha red eléctrica (8) conectada a un extremo de aguas arriba de la línea de alimentación (11) conectada a la red, estando dicha carga (9) conectada a un extremo de aguas abajo de la línea de alimentación (11) conectada a la red,

estando los transformadores de energía primero a tercero (3, 5, 7) conectados a la línea de alimentación (11) conectada a la red de una manera en la que el primer transformador de energía (3) está situado en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación (11) conectada a la red,

20 el sistema de suministro de energía eléctrica comprende un primer sensor (14) que está dispuesto en una posición entre una unión de la línea de alimentación (11) conectada a la red y el primer transformador de energía (3) y una unión de la línea de alimentación (11) conectada a la red y uno de los transformadores de energía segundo y tercero (5, 7), situados en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación (11) conectada a la red, estando dicho primer sensor (14) configurado para detectar la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica (8) a través de la línea de alimentación (11) conectada a la red, y

25 el segundo transformador de energía (5) está configurado para controlar la carga y descarga de la batería de almacenamiento (4) de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica (8) detectada por el primer sensor (14) sea mantenida en cero, y el tercer transformador de energía (7) está configurado para controlar su energía de salida a la línea de alimentación (11) conectada a la red de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica (8) detectada por el primer sensor (14) sea mantenida en cero,

30 en donde dicho uno de los transformadores de energía segundo y tercero (5, 7) situados en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación (11) conectada a la red está conectado al primer sensor (14),

35 los transformadores de energía segundo y tercero (5, 7) están configurados para controlar la carga y descarga de la batería de almacenamiento (4) y para controlar la energía de salida del tercer transformador de energía (7) a la línea de alimentación (11) conectada a la red mientras que se comunican entre sí de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica (8), detectada por el primer sensor (14), sea mantenida en cero.

2. Un sistema de suministro de energía eléctrica que comprende:

40 un primer transformador (3) que está conectado a un primer generador de energía configurado para generar una energía eléctrica que tiene permitido fluir en sentido inverso hacia una red eléctrica (8) y que está configurado para realizar la transformación eléctrica de la energía generada por el primer generador de energía,

un segundo transformador de energía (5) que está conectado a una batería de almacenamiento (4) y que está configurado para cargar y descargar la batería de almacenamiento (4); y

45 un tercer transformador de energía (7) que está conectado a un segundo generador de energía configurado para generar una energía eléctrica que tiene prohibido fluir en sentido inverso hacia la red eléctrica (8) y que está configurado para realizar la transformación eléctrica de la energía generada por el segundo generador de energía,

en donde el sistema de suministro de energía eléctrica está configurado para suministrar energía eléctrica a al menos una carga (9) a través de la línea de alimentación (11) conectada a la red, estando dicha red eléctrica (8) conectada a un extremo de aguas arriba de la línea de alimentación (11) conectada a la red, estando dicha carga (9) conectada a un extremo de aguas abajo de la línea de alimentación (11) conectada a la red,

50 los transformadores de energía primero a tercero (3, 5, 7) están conectados a la línea de alimentación (11) conectada a la red de una manera en la que el primer transformador de energía (3) está situado en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación (11) conectada a la red,

- 5 el sistema de suministro de energía eléctrica comprende además un primer sensor (14) que está dispuesto en una posición entre una unión de la línea de alimentación (11) conectada a la red y el primer transformador de energía (3) y una unión de la línea de alimentación (11) conectada a la red y uno de los transformadores de energía segundo y tercero (5, 7) situados en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación (11) conectada a la red, estando dicho primer sensor (14) configurado para detectar la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica (8) a través de la línea de alimentación (11) conectada a la red, y
- 10 el segundo transformador de energía (5) está configurado para controlar la carga y descarga de la batería de almacenamiento (4) de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica (8) detectada por el primer sensor (14) sea mantenida en cero, y el tercer transformador de energía (7) está configurado para controlar su energía de salida hacia la línea de alimentación (11) conectada a la red de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica (8) detectada por el primer sensor (14) sea mantenida en cero,
- 15 en donde los transformadores de energía segundo y tercero (5, 7) están conectados a la línea de alimentación (11) conectada a la red de una manera en la que el segundo transformador de energía (5) está situado en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación (11) conectada a la red,
- 20 el sistema de suministro de energía eléctrica comprende además un segundo sensor (15) que está dispuesto en una posición entre una unión de la línea de alimentación (11) conectada a la red y el segundo transformador (5) y una unión de la línea de alimentación (11) conectada a la red y el tercer transformador de energía (7), estando dicho segundo sensor (15) configurado para detectar la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica (8) a través de la línea de alimentación (11) conectada a la red,
- 25 el segundo transformador de energía (5) está conectado al primer sensor (14) y está configurado para controlar la carga y descarga de la batería de almacenamiento (4) de modo que la energía eléctrica que fluye inversamente hacia la red eléctrica (8), detectada por el primer sensor (14) sea mantenida en cero, y
- 30 el tercer transformador de energía (7) está conectado al segundo sensor (15) y está configurado para controlar su energía de salida hacia la línea de alimentación (11) conectada a la red de modo que la energía eléctrica que fluye en sentido inverso hacia la red eléctrica (8), detectada por el segundo sensor (15) sea mantenida en cero.
3. El sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el segundo generador de energía (5) está formado por un sistema de cogeneración configurado para generar simultáneamente una energía eléctrica y térmica.
4. El sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde
- 35 el primer generador de energía está formado por una batería solar (2),
- el segundo generador de energía está formado por una pila de combustible (6), y
- el primer transformador de energía (3) está configurado para permitir que el exceso de energía de la energía generada por la batería solar (2) fluya en sentido inverso hacia la red eléctrica (8).
5. El sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en donde
- 40 el sistema de suministro de energía eléctrica comprende además:
- un dispositivo de desconexión (81) dispuesto en el lado de más aguas arriba de la línea de alimentación (11) conectada a la red comparado con la unión de la línea de alimentación (11) conectada a la red y el primer transformador de energía (3); y
- 45 un detector de fallos (82) configurado, cuando detecta un fallo en la red eléctrica (8), para desactivar el dispositivo de desconexión (81) y también para transmitir una señal de detección de fallo a uno de los transformadores de energía primero a tercero (3, 5, 7), y
- dicho uno de los transformadores de energía primero a tercero (3, 5, 7) está configurado para realizar un control de voltaje constante para mantener su voltaje de salida hacia la línea de alimentación (11) conectada a la red en un valor objetivo predeterminado cuando recibe la señal de detección de fallo, y los otros transformadores de energía está cada uno configurado para realizar un control de la corriente para detectar el voltaje de la línea de alimentación (11) conectada a la red para ajustar su corriente de salida basándose en un voltaje detectado.
- 50 6. El sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde

los transformadores de energía primero a tercero (3, 5, 7) está cada uno configurado para conmutar entre una operación de conexión a la red para suministrar energía eléctrica a la carga (9) a través de la línea de alimentación (11) conectada a la red y una operación independiente de la red para suministrar energía eléctrica a la carga (9) a través de la línea de alimentación (12) independiente de la red desconectada de la red eléctrica (8), y

5 uno de los transformadores de energía primero a tercero (3, 5, 7) está configurado en la operación independiente de la red para realizar un control de voltaje constante para mantener su voltaje de salida a la línea de alimentación (12) independiente de la red en un valor objetivo predeterminado, y los otros transformadores de energía está cada uno configurado, en la operación independiente de la red, para realizar un control de la corriente para detectar un voltaje de la línea de alimentación (12) independiente de la red para ajustar su corriente de salida basándose en un voltaje
10 detectado.

7. El sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde

15 uno de los transformadores de energía primero a tercero (3, 5, 7) está configurado para conmutar entre una operación de conexión a la red para suministrar energía eléctrica a la carga (9) a través de la línea de alimentación (11) conectada a la red y una operación independiente de la red para suministrar energía eléctrica a la carga (9) a través de la línea de alimentación (12) independiente de la red desconectada de la red eléctrica (8), y los otros transformadores de energía está cada uno conectado a la línea de alimentación (11) conectada a la red y a la línea de alimentación (12) independiente de la red por medio de un selector externo (17, 18) configurado para conmutar el destino de conexión de un correspondiente transformador entre la línea de alimentación (11) conectada a la red y la
20 línea de alimentación (12) independiente de la red,

dicho uno de los transformadores de energía primero a tercero (3, 5, 7) está configurado, en la operación independiente de la red, a realizar un control de voltaje constante para mantener su voltaje de salida hacia la línea de alimentación (12) independiente de la red en un valor objetivo predeterminado y también para conmutar el selector externo (17, 18) en el lado de la línea de alimentación (12) independiente de la red, y los otros transformadores de energía están cada uno configurado para realizar un control de la corriente para detectar el voltaje de la línea de alimentación (12) independiente de la red para ajustar su corriente de salida basándose en un voltaje detectado.
25

8. El sistema de suministro de energía eléctrica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones en donde

30 al menos una carga (9) comprende dos o más cargas (91 a 93), y

los interruptores de carga (113) que están dispuestos a lo largo de las respectivas líneas de alimentación de energía a las cargas (91 a 93);

una memoria configurada para almacenar órdenes de prioridad de las cargas (91 a 93); y

35 un selector de carga (112) configurado para desactivar secuencialmente los interruptores de carga (113) de acuerdo con la energía suministrada a las cargas (91 a 93) de modo que un interruptor de carga (113) correspondiente a una carga (91) que tiene dada una prioridad más baja sea preferiblemente desactivado.

FIG. 1

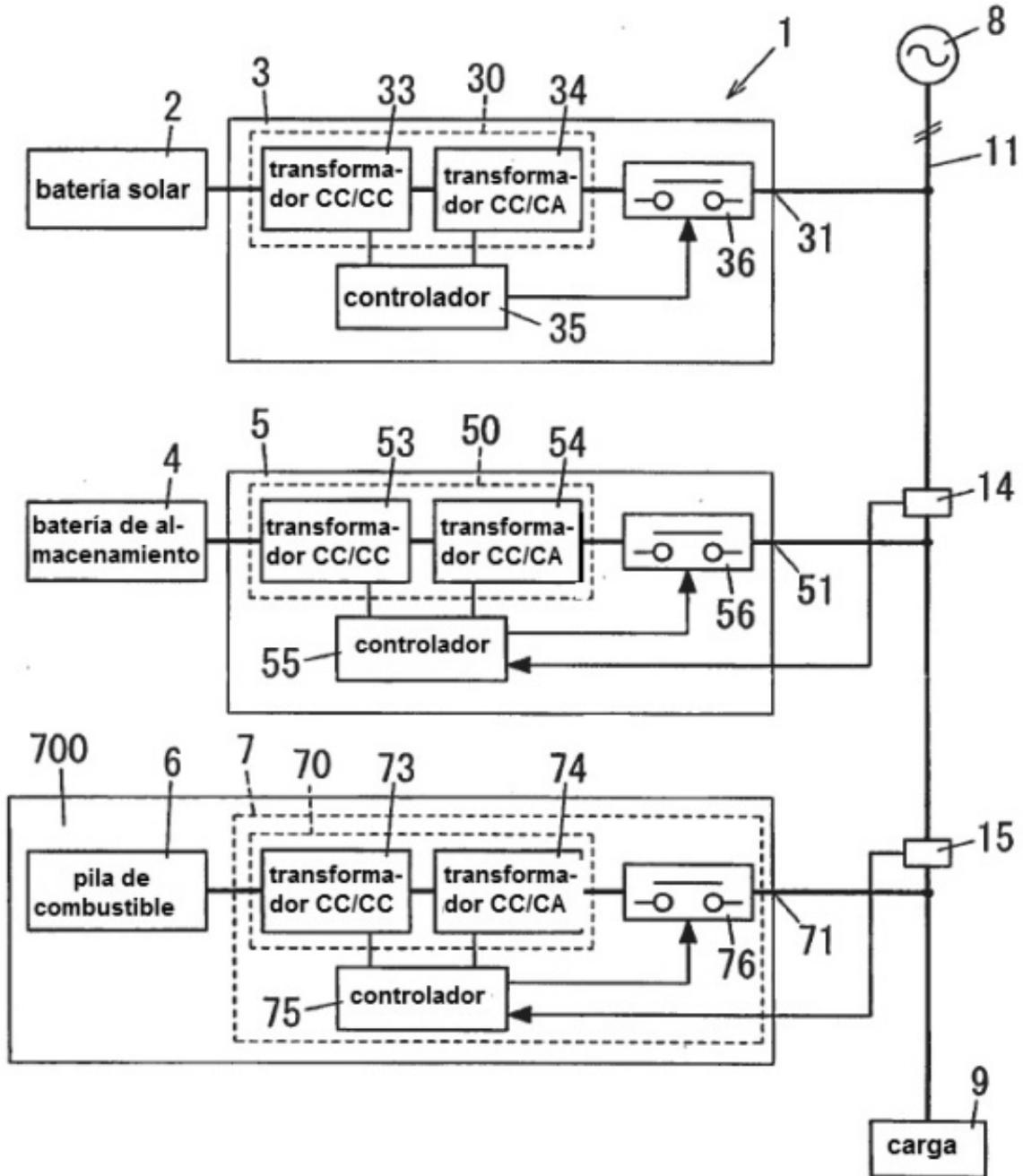


FIG. 2

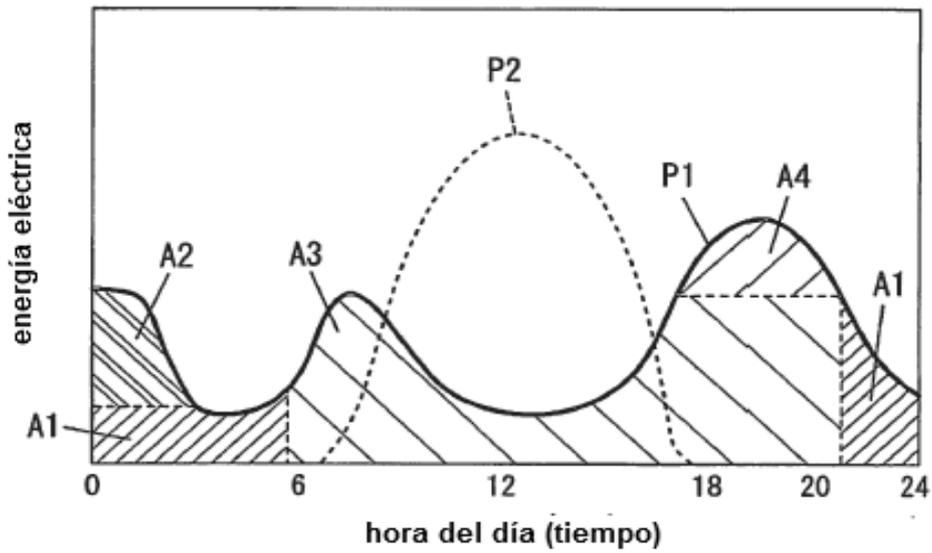


FIG. 3

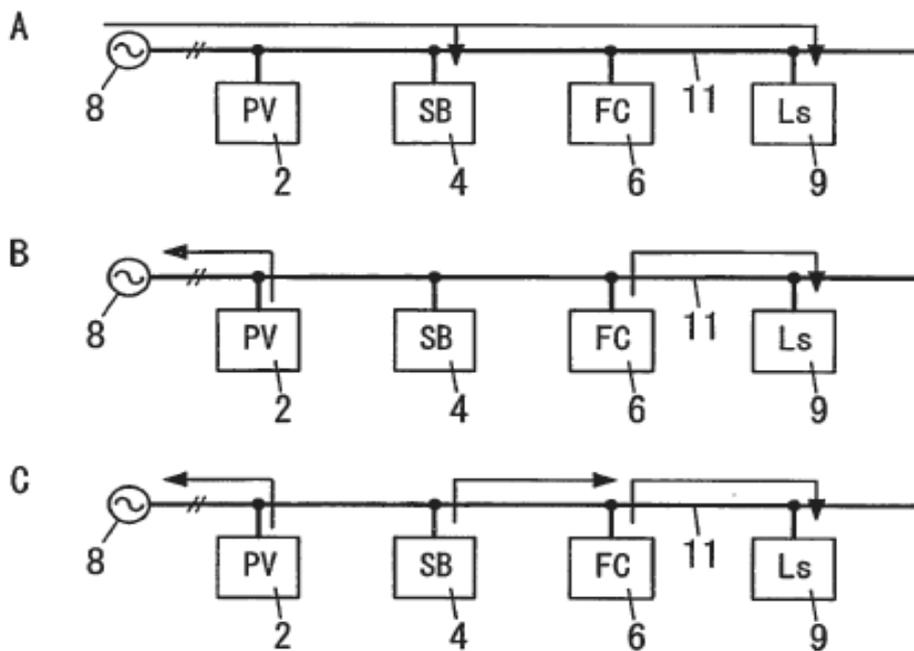


FIG. 4

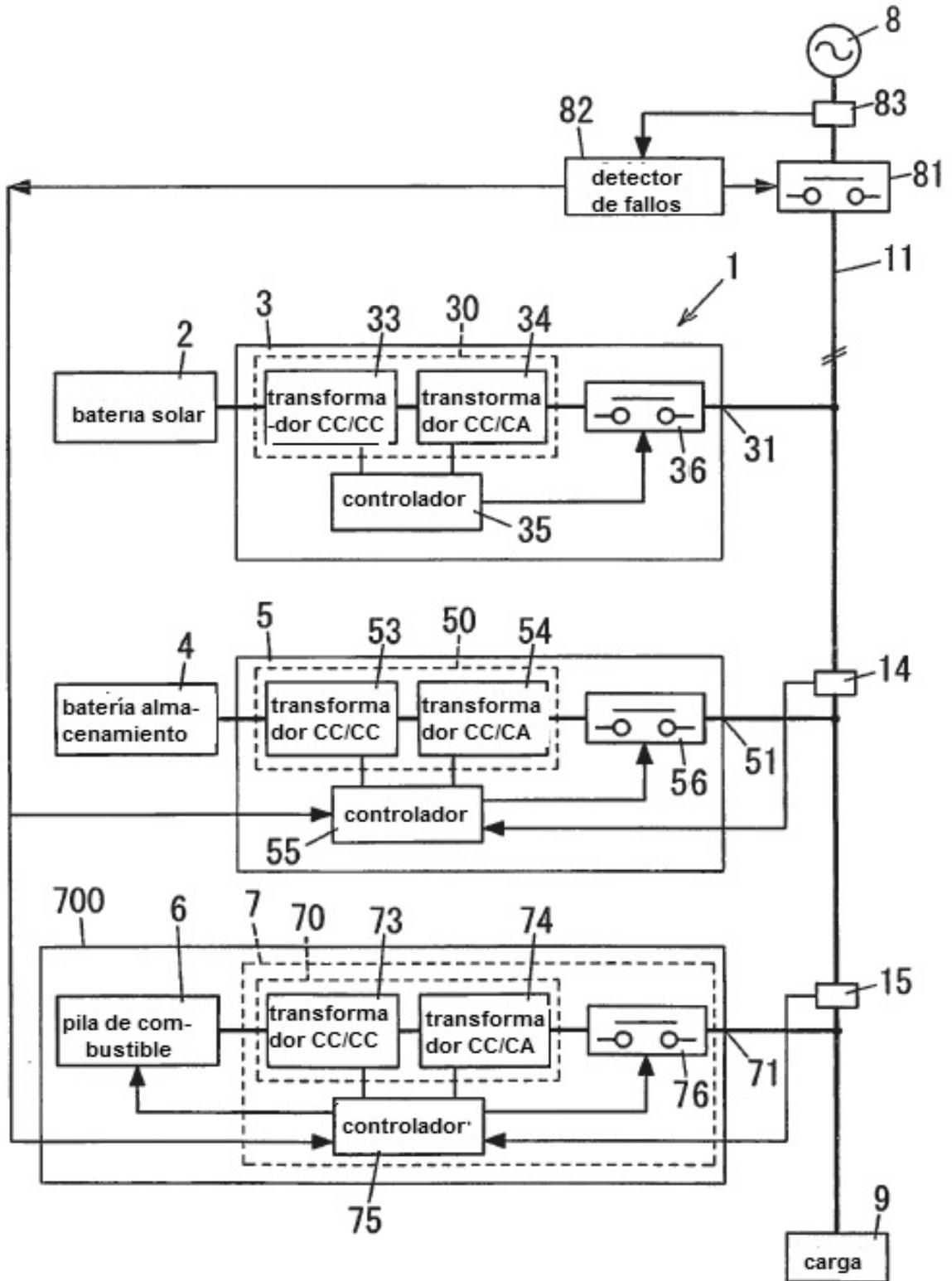


FIG. 5

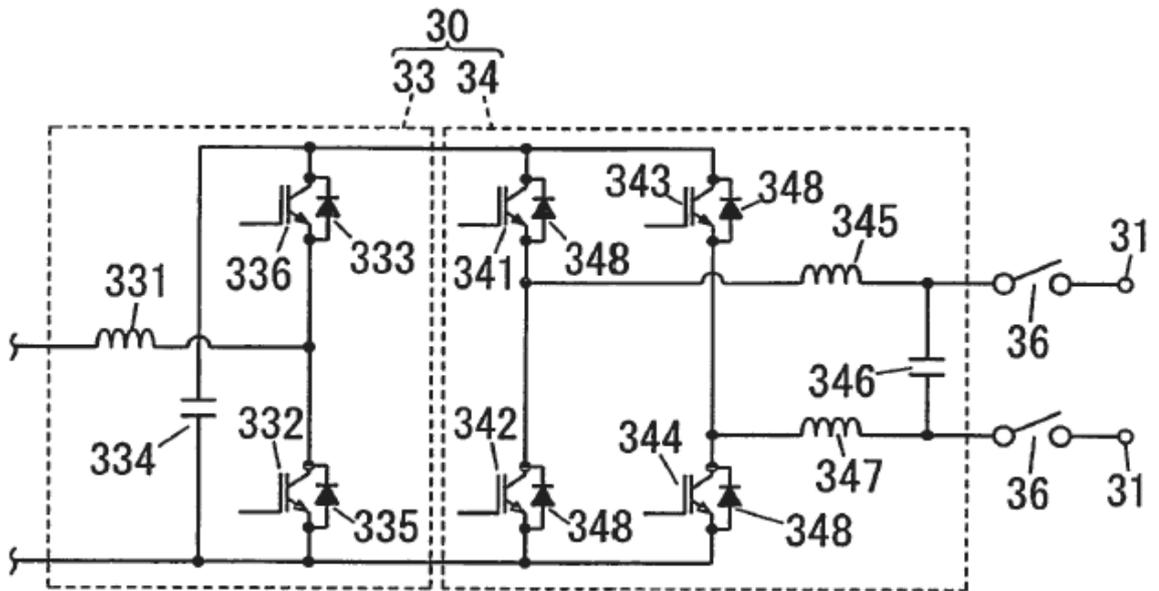


FIG. 6

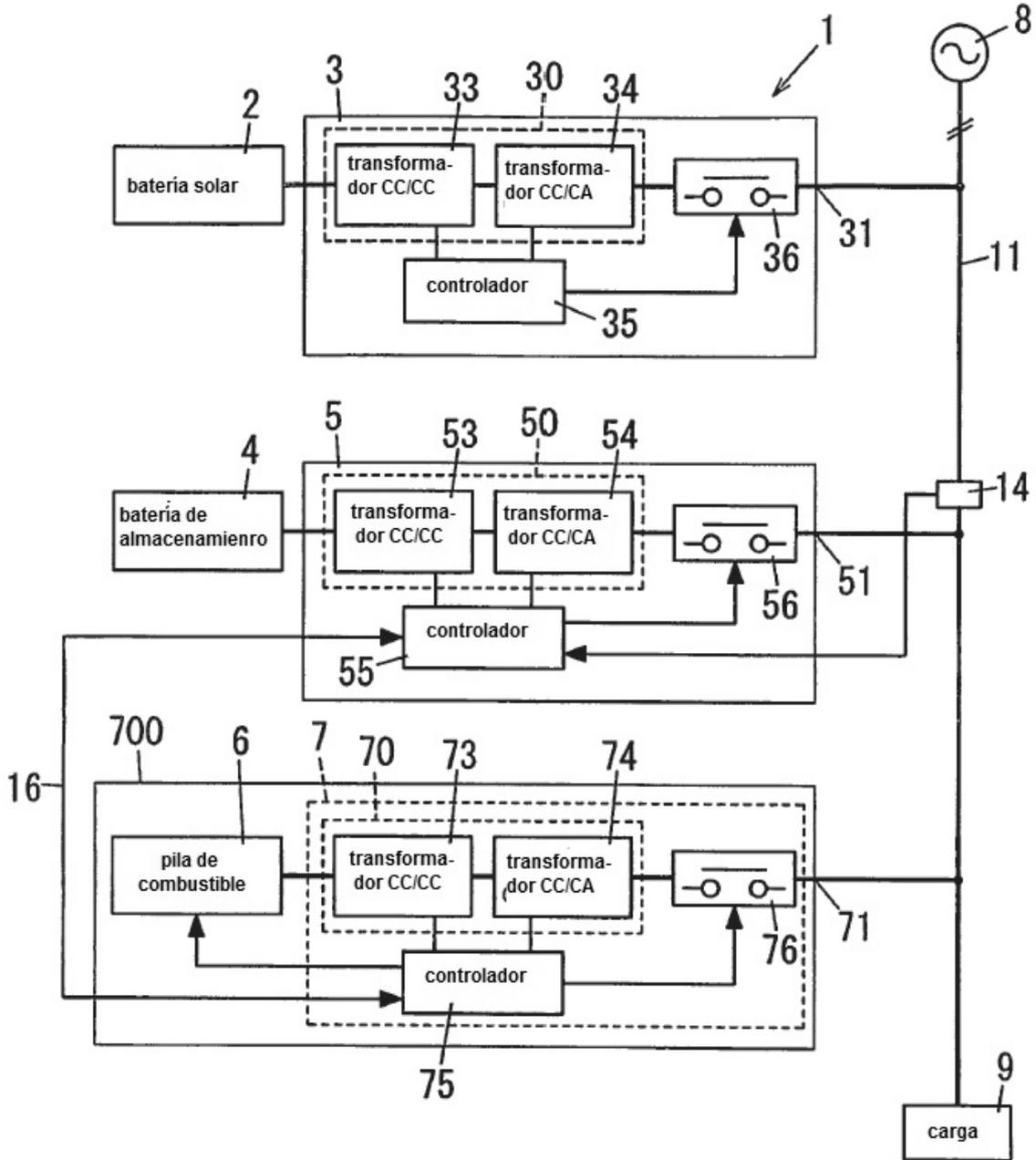


FIG. 7

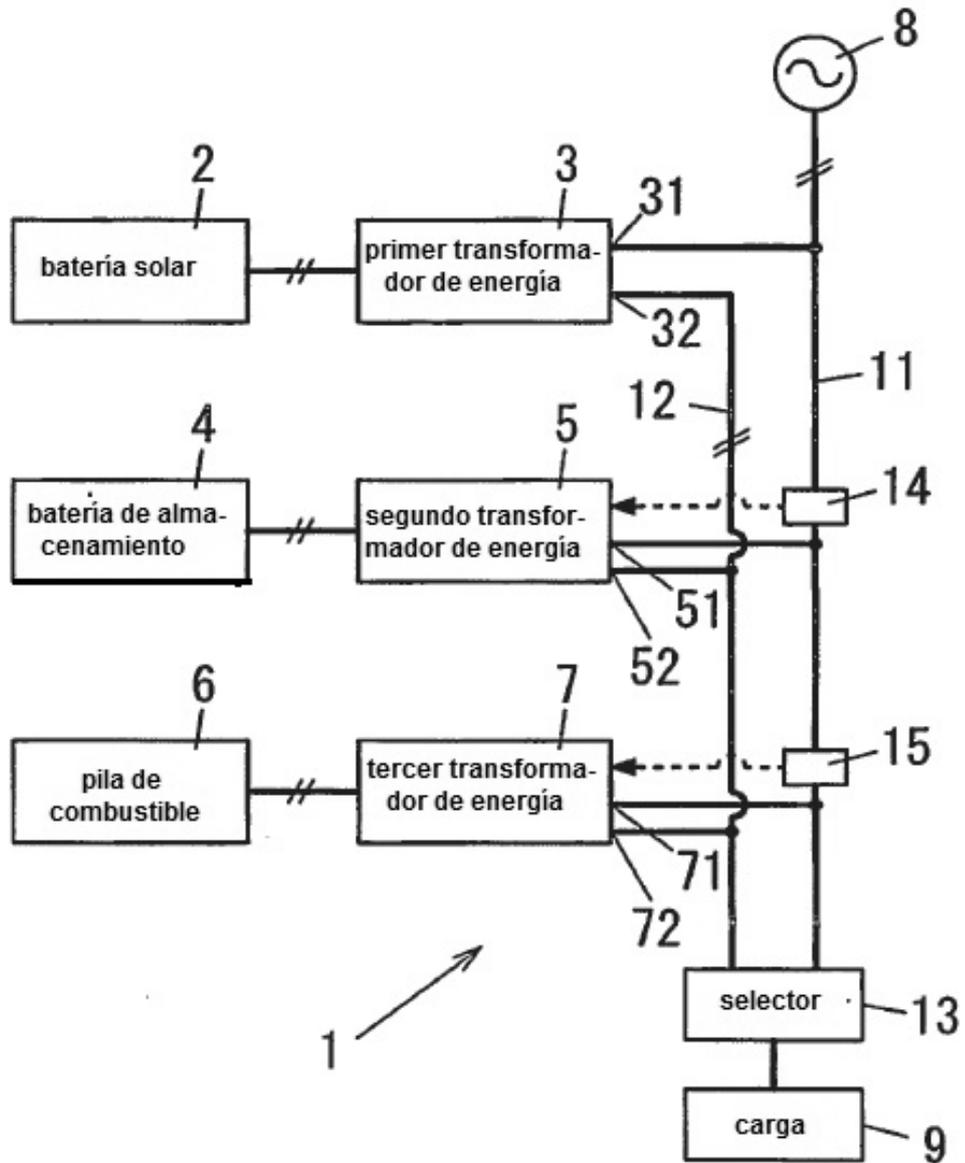


FIG. 8

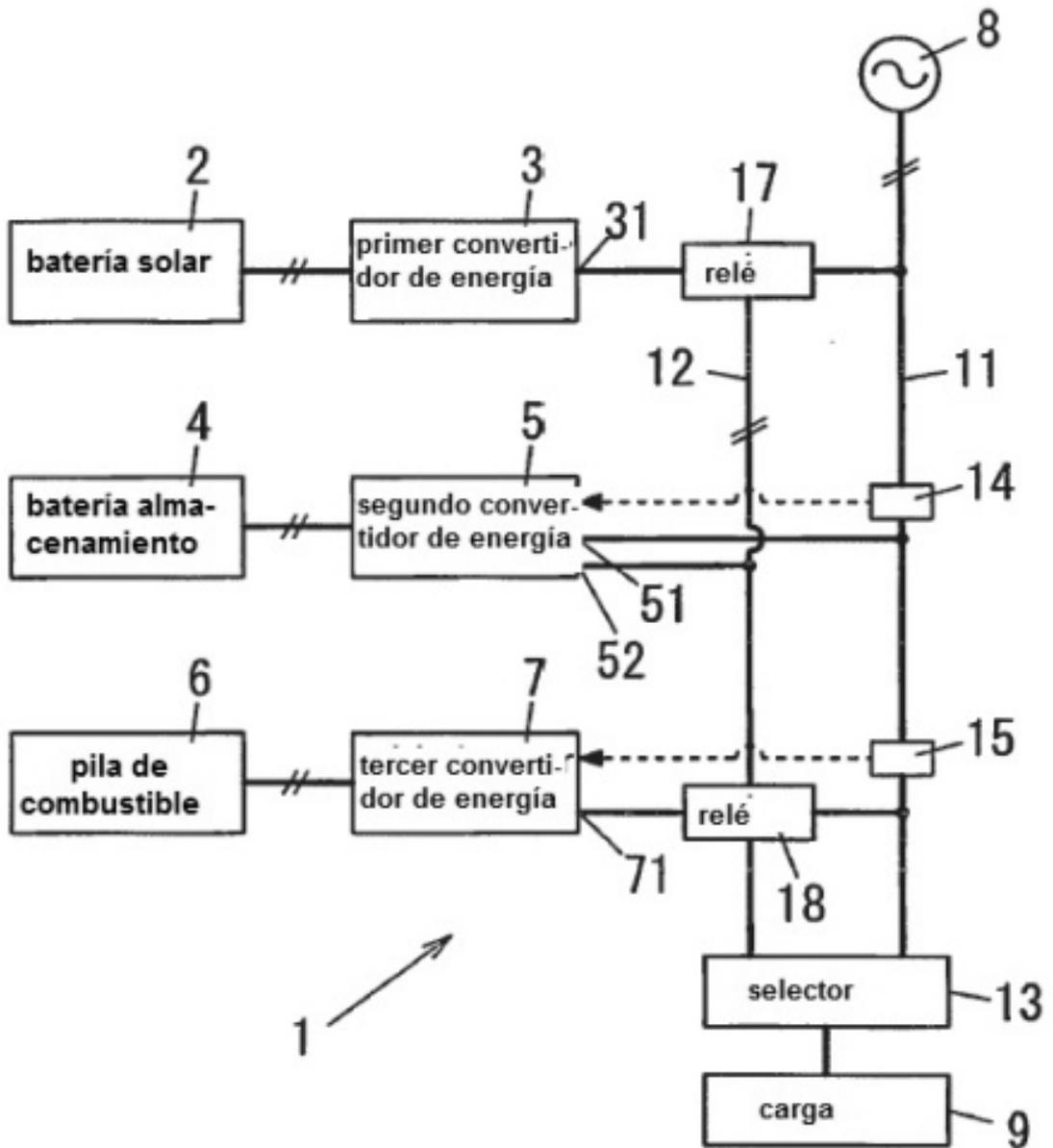


FIG. 9A

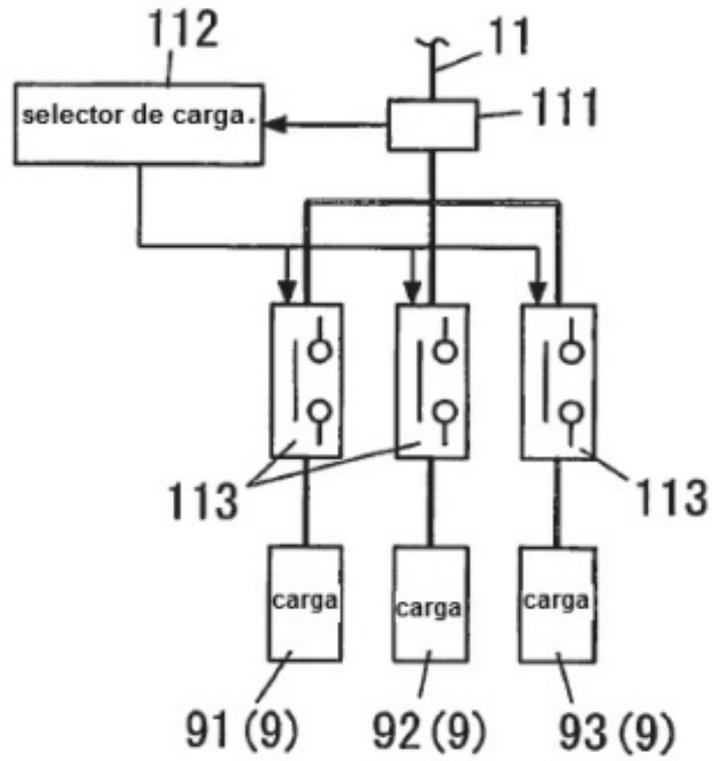


FIG. 9B

