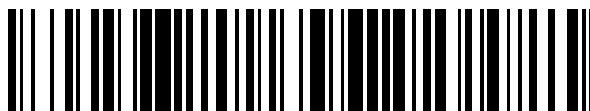


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 845**

51 Int. Cl.:

H02J 3/46	(2006.01)
H02J 3/32	(2006.01)
H02J 3/38	(2006.01)
H02J 7/35	(2006.01)
H02J 7/00	(2006.01)
H02J 9/06	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2014 PCT/JP2014/003513**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015 WO15001800**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2014 E 14820579 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 3018787**

54 Título: **Dispositivo de control de microrredes y procedimiento de control para las mismas**

30 Prioridad:

03.07.2013 JP 2013139801

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

08.06.2018

73 Titular/es:

**KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA
(100.0%)
1-1, Higashikawasaki-cho 3-chome Chuo-ku
Kobe-shi, Hyogo 650-8670, JP**

72 Inventor/es:

**IJICHI, HIROFUMI;
NISHIDA, YOJI;
EDO, SHINICHI y
TAKEBE, TOMOAKI**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 671 845 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

Dispositivo de control de microrredes y procedimiento de control para las mismas

5 Sector técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de control y a un procedimiento de control de una microrred que utiliza un generador de energía con un motor térmico y un dispositivo de generación de energía con energía natural.

10 Técnica anterior

En el gran terremoto de Japón oriental que ocurrió en Japón el 11 de marzo de 2011, muchos de los ciudadanos que evacuaron las zonas afectadas por el terremoto sufrieron apagones crónicos y deficiencia de energía eléctrica en las zonas de evacuación de emergencia debido a redes eléctricas colapsadas o cortadas. La generación de energía se llevó a cabo mediante el uso de generadores de energía domésticos (independientes) tales como generadores diesel. No obstante, hubo una restricción de combustible fósil. En estas circunstancias, existía la necesidad de un sistema que fuera capaz de suministrar energía eléctrica de forma estable, al tiempo que disminuía la cantidad de uso de combustible fósil en los generadores de energía domésticos (independientes) tales como los generadores diesel.

Japón tiene muchas islas aisladas en las que vive gente. Los sistemas de energía de las islas aisladas no están conectados interactivamente a tierra firme. La mayoría de los sistemas de energía son sistemas independientes que equilibran entre la generación de energía y el suministro de energía eléctrica dentro de las islas. En tierra firme, se lleva a cabo la generación de energía atómica, la generación de energía térmica y la generación de energía hidráulica. En comparación, en las islas aisladas, la generación de energía se lleva a cabo por motores térmicos como los generadores diesel que utilizan combustible fósil, en la mayoría de los casos. En la generación de energía que utiliza motores térmicos en las islas aisladas, la cantidad de suministro de energía eléctrica y el número de motores térmicos en funcionamiento cambian dependiendo de los cambios en la demanda en las islas, con el propósito de suministrar energía eléctrica de forma estable. Por tanto, es difícil llevar a cabo la generación de energía a la vez que se mantiene la elevada eficiencia de combustible en los motores térmicos. Una disminución en la eficiencia del combustible provoca un aumento en la cantidad de uso del combustible fósil, y lleva a un aumento en la cantidad de emisión de dióxido de carbono que afecta negativamente al entorno.

Con relación al sistema de generación de energía que utiliza motores térmicos, existe una técnica conocida, que utiliza una batería de almacenamiento como una fuente auxiliar de energía eléctrica para la generación de energía (por ejemplo, véase el documento de patente 1). Este sistema de generación de energía puede reducir eficazmente la cantidad de uso del combustible fósil en cierta medida, mediante el funcionamiento de alta eficiencia de los motores térmicos.

No obstante, aún así, toda la energía eléctrica, incluyendo la energía eléctrica de la batería de almacenamiento, se obtiene de la energía eléctrica generada en los motores térmicos mediante la utilización de combustible fósil. Este sistema de generación de energía puede contribuir a la reducción de la cantidad de uso del combustible fósil, mediante el funcionamiento de alta eficiencia de los motores térmicos, pero su efecto es limitado.

En los últimos años, como fuente de energía alternativa al combustible fósil, se ha centrado la atención en la energía natural que es respetuosa con el entorno global (ecológica). Dado que el gobierno está fomentando ahora la tarifa de alimentación de la energía natural, las comunidades autónomas que introducen la generación de energía con energía solar o la generación de energía con la fuerza del viento están aumentando en número. En estas circunstancias, se ha desarrollado recientemente una técnica relacionada con la microrred que aprovecha la generación de energía con energía natural (por ejemplo, véase el documento de patente 2 al documento de patente 4).

Lista de referencias**Documentos de patente**

Documento de patente 1: publicación de la solicitud de Patente japonesa abierta a inspección pública número 2007-82311

Documento de patente 2: publicación de la solicitud de Patente japonesa abierta a inspección pública número 2002-135979

Documento de patente 3: publicación de la solicitud de Patente japonesa abierta a inspección pública número 2011-83044

Documento de patente 4: publicación de la solicitud de Patente japonesa abierta a inspección pública número 2010-259303

El documento EP 2 528 181 A1 da a conocer un dispositivo de control según la cláusula precharacterizante de la reivindicación 1 y un procedimiento para controlar una microrred según la cláusula precharacterizante de la

reivindicación 7. El documento WO 2013/024709 A1 da a conocer un dispositivo de control de la generación de energía y un sistema híbrido de generación de energía independiente. El documento WO 2009/015331 A1 da a conocer un aparato, un sistema y un procedimiento para hacer coincidir la generación y el uso de la energía eléctrica híbrida. El documento US 2013/0099576 A1 da a conocer un procedimiento de control integrado del sistema de energía y un aparato relacionado con un elemento de almacenamiento de energía.

Características de la invención

Problema técnico

No obstante, la energía natural es una fuente de energía inestable que depende del clima. Por tanto, es difícil utilizar la energía natural individualmente en el sistema independiente de generación de energía. Por esta razón, en un caso en el que la microrred que aprovecha la generación de energía con energía natural se utiliza junto con el sistema de generación de energía que utiliza motores térmicos, es difícil mantener de modo estable una salida de energía eléctrica durante un periodo prolongado de tiempo, a la vez que se mantiene el funcionamiento de alta eficiencia de los motores térmicos.

La presente invención se ha desarrollado para solucionar el problema anteriormente descrito. Un objeto de la presente invención es proporcionar energía eléctrica de modo estable durante un periodo prolongado de tiempo, mejorar la eficiencia del combustible y eliminar la emisión de dióxido de carbono, a la vez que se mantiene el funcionamiento de alta eficiencia de un motor térmico, en una microrred que aprovecha la generación de energía con motor térmico y la generación de energía con energía natural.

Solución al problema

Para solucionar el problema anteriormente descrito, un aspecto de la presente invención da a conocer un dispositivo de control para una microrred según la reivindicación 1. Tal como se define en la presente memoria, la expresión "generador de energía con motor térmico hace funcionar un motor térmico para generar energía eléctrica" incluye un generador de energía que hace funcionar un motor de combustión interna tal como un generador de energía diesel, o un motor de combustión externa tal como una turbina de vapor para generar la energía eléctrica.

De acuerdo con esta configuración, en primer lugar, el dispositivo de control suministra la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural a la carga para satisfacer la demanda de energía eléctrica de la carga. Si esta energía eléctrica es deficiente, entonces el dispositivo de control hace que el generador de energía con motor térmico genere la energía eléctrica en una cantidad constante, y que la batería de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento eléctrico se cargue o descargue para compensar la energía eléctrica excedente o deficiente de la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica generada en el generador de energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural, con respecto a la demanda de energía eléctrica de la carga. En esta configuración, el dispositivo de control hace que el generador de energía con motor térmico genere la energía eléctrica a la vez que aprovecha el dispositivo de generación de energía con energía natural como suministro de energía auxiliar y absorbe un cambio en la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural. De este modo, el dispositivo de control puede satisfacer la demanda de energía eléctrica de la carga. En este caso, el dispositivo de control ajusta la cantidad de energía eléctrica generada en el generador de energía con motor térmico y carga o descarga de forma adecuada la batería de almacenamiento. Por tanto, se puede mantener la batería de almacenamiento en la situación cargable o descargable en todo momento. Como resultado, el generador de energía con motor térmico genera básicamente la energía eléctrica en una cantidad constante, mientras se lleva a cabo el funcionamiento en el que el generador de energía con motor térmico genera la energía eléctrica a la vez que ajusta su cantidad en un caso en el que es necesario mantener la batería de almacenamiento en la situación cargable o descargable. Como resultado, se puede mejorar la eficiencia del combustible mediante el funcionamiento de alta eficiencia del motor térmico y se puede disminuir la emisión de dióxido de carbono.

En el dispositivo de control anterior de la microrred, el dispositivo de control puede estar configurado para controlar el, por lo menos, un generador de energía con motor térmico para realizar o detener la generación de energía y controlar el dispositivo de almacenamiento eléctrico para cargar o descargar la batería de almacenamiento de modo que una situación de carga de la batería de almacenamiento alcance un valor objetivo predeterminado, para mantener la batería de almacenamiento en la situación cargable o descargable.

De acuerdo con esta configuración, dado que la situación de carga (SOC) de la batería de almacenamiento está controlada para alcanzar el valor objetivo predeterminado, la batería de almacenamiento puede cargarse o descargarse en cualquier momento en caso necesario. Esto hace posible absorber de modo adecuado un cambio en la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural.

El dispositivo de control anterior de la microrred puede suministrar a la carga, en primer lugar, la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural para satisfacer la demanda de energía eléctrica de la carga, y si la energía eléctrica suministrada por el dispositivo de control es deficiente, el dispositivo de

control puede controlar el generador de energía con motor térmico y el dispositivo de almacenamiento eléctrico de tal manera que el dispositivo de control hace que el generador de energía con motor térmico genere energía eléctrica en una cantidad constante, y que la batería de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento eléctrico se cargue o descargue para compensar la energía eléctrica excedente o deficiente de la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica generada en el generador de energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural, con respecto a la demanda de energía eléctrica de la carga.

De acuerdo con esta configuración, al elegir la salida de energía eléctrica con alta eficiencia como la energía eléctrica de cantidad constante, se puede hacer funcionar el motor térmico con alta eficiencia.

El dispositivo de control de la microrred puede comprender una sección de cálculo de la diferencia de energía eléctrica para calcular una diferencia de energía eléctrica entre la demanda de energía eléctrica de la carga y la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural; una sección de cálculo de la energía eléctrica cargada/descargada para calcular la energía eléctrica cargada/descargada con respecto a la batería de almacenamiento en función de una situación de carga del dispositivo de almacenamiento eléctrico; una sección de cálculo de la energía eléctrica objetivo para calcular la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador de energía con motor térmico, en función de la diferencia de energía eléctrica y la energía eléctrica cargada/descargada; y una sección de control del dispositivo de almacenamiento eléctrico para controlar el dispositivo de almacenamiento eléctrico para cargar o descargar la batería de almacenamiento, en función de la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural y la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador de energía con motor térmico, y la demanda de energía eléctrica de la carga.

De acuerdo con esta configuración, en primer lugar, el dispositivo de control suministra a la carga la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural para satisfacer la demanda de energía eléctrica de la carga. Si esta energía eléctrica es deficiente, entonces el dispositivo de control hace que el generador de energía con motor térmico genere energía eléctrica, que el generador de energía con motor térmico genere energía eléctrica de acuerdo con la situación de carga (SOC) de la batería de almacenamiento, y que la batería de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento eléctrico se cargue o descargue para compensar la energía eléctrica excedente o deficiente de la energía eléctrica total, que es la suma de la energía eléctrica generada en el generador de energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural, con respecto a la demanda de energía eléctrica de la carga. En esta configuración, el dispositivo de control hace que el generador de energía con motor térmico genere energía eléctrica a la vez que aprovecha el dispositivo de generación de energía con energía natural como un suministro de energía auxiliar y absorbe un cambio en la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural. De este modo, el dispositivo de control puede satisfacer la demanda de energía eléctrica de la carga. En este caso, se puede mantener la batería de almacenamiento en la situación cargable o descargable. Como resultado, se puede mejorar la eficiencia del combustible mediante el funcionamiento de alta eficiencia del motor térmico y se puede disminuir la emisión de dióxido de carbono.

La sección de cálculo de la diferencia de energía eléctrica puede incluir, además: una sección de procesamiento de filtrado para llevar a cabo el procesamiento de filtrado de la diferencia de energía eléctrica; y una sección de procesamiento de múltiples valores para llevar a cabo el procesamiento de múltiples valores de la diferencia de energía eléctrica que ha sido sometida al procesamiento de filtrado para convertir la diferencia de energía eléctrica en dos o más valores, indicando cada uno de los dos o más valores la energía eléctrica correspondiente al número del, por lo menos, un generador de energía con motor térmico que genera la energía eléctrica en una cantidad constante, incluyendo el número cero, en el que la sección de cálculo de la energía eléctrica objetivo puede calcular la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador de energía con motor térmico en base a la diferencia de energía eléctrica que ha sido sometida al procesamiento de filtrado y al procesamiento de valores múltiples, y la energía eléctrica cargada/descargada.

De acuerdo con esta configuración, es posible hacer funcionar el motor térmico con alta eficiencia, a la vez que se elimina un aumento del número de veces de inicio y parada de la generación de energía del generador de energía con motor térmico y un aumento del tiempo de funcionamiento del generador de energía con motor térmico, que se provoca por un cambio repentino en la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural o por un cambio repentino en la demanda de energía eléctrica de la carga.

La sección de cálculo de la energía eléctrica objetivo puede estar configurada para limitar la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador de energía con motor térmico a un valor límite predeterminado.

De acuerdo con esta configuración, el generador de energía con motor térmico puede funcionar de forma adecuada.

El dispositivo de control anterior de la microrred puede estar configurado para realizar una desconexión en paralelo del dispositivo de generación de energía con energía natural de la línea de distribución, cuando la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador de energía con motor térmico y

la energía eléctrica generada en el dispositivo de generación de energía con energía natural es mayor que la demanda de energía eléctrica de la carga y una cantidad de la energía eléctrica cargada en la batería de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento eléctrico (o la situación de carga de la batería de almacenamiento) sobrepasa un valor límite superior predeterminado.

5 De acuerdo con esta configuración, dado que resulta posible evitar una situación en la que el funcionamiento del sistema se obstaculiza por la situación de carga excesiva de la batería de almacenamiento, el funcionamiento del sistema puede continuar.

10 Otro aspecto de la presente invención da a conocer un procedimiento de control de una microrred según la reivindicación 7.

De acuerdo con esta configuración, se puede mejorar la eficiencia del combustible mediante el funcionamiento de alta eficiencia del motor térmico y se puede disminuir la emisión de dióxido de carbono.

15 Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la presente invención serán más plenamente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la realización preferente con los dibujos adjuntos.

Efectos ventajosos de la invención

20 De acuerdo con la presente invención, en una microrred que aprovecha la generación de energía con motor térmico y la generación de energía con energía natural, se puede estabilizar la emisión de energía eléctrica, se puede mejorar la eficiencia del combustible y se puede disminuir la emisión de dióxido de carbono, a la vez que se mantiene el funcionamiento de alta eficiencia del motor térmico.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra la configuración a modo de ejemplo de una microrred que utiliza un dispositivo de control según una realización de la presente invención.

30 La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra la configuración a modo de ejemplo del dispositivo de control de la microrred de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama de bloques que muestra la configuración concreta del dispositivo de control de la figura 2.

35 La figura 4 es un gráfico para explicar el control de la energía eléctrica generada en generadores de energía con motor térmico, siendo realizado el control mediante el dispositivo de control de la microrred de la figura 1 en función de la energía eléctrica con energía natural (energía eléctrica generada utilizando energía natural) y la demanda de energía eléctrica de una carga.

La figura 5 es un gráfico para explicar el control de la energía eléctrica generada en los generadores de energía con motor térmico en función de la SOC de una batería de almacenamiento, siendo realizado el control por el dispositivo de control de la microrred de la figura 1.

40 La figura 6 es un gráfico para explicar el control de la energía eléctrica generada en los generadores con motor térmico en función de un valor límite de la salida, siendo realizado el control por el dispositivo de control de la microrred de la figura 1.

La figura 7 es un gráfico para explicar un funcionamiento a modo de ejemplo controlado por un dispositivo de control de una microrred según un ejemplo comparativo.

45 La figura 8 es un gráfico para explicar un funcionamiento a modo de ejemplo controlado por el dispositivo de control de la microrred de la figura 1.

La figura 9 es un gráfico para explicar el control para evitar que la batería de almacenamiento se cargue excesivamente, siendo realizado el control por el dispositivo de control de la microrred de la figura 1.

Descripción de las realizaciones

50 En adelante, la realización de la presente invención se describirá con referencia a los dibujos adjuntos.

55 En adelante, en todos los dibujos, los mismos componentes o componentes correspondientes se identifican por los mismos símbolos de referencia y no se describirán repetidas veces.

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra la configuración a modo de ejemplo de una microrred que utiliza un dispositivo de control según la realización de la presente invención.

60 Tal como se muestra en la figura 1, una microrred -1- incluye un dispositivo -2- de generación de energía con motor térmico que incluye, por lo menos, un generador -2n- de energía con motor térmico (uno o varios generadores de energía con motor térmico) (en adelante, se denominará simplemente como "generador -2n- de energía con motor térmico") que hace funcionar un motor térmico para generar energía eléctrica, un dispositivo -3- de generación de energía con energía natural que genera la energía eléctrica mediante el uso de energía natural, un dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico que incluye una batería -4- de almacenamiento y un convertidor -5- de energía eléctrica y un dispositivo -7- de control de la microrred -1- (en adelante, se denominará simplemente como "dispositivo -7- de

control"), que controla la salida del generador -2n- de energía con motor térmico (es decir, la salida del dispositivo -2- de generación de energía con motor térmico), y el dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico. La microrred -1- incluye, además, un detector -12- de energía eléctrica que detecta la demanda de energía eléctrica de una carga -11-, un detector -13- de energía eléctrica que detecta la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural, y un detector -14- de la SOC que detecta la situación de carga (SOC) de la batería -4- de almacenamiento. Los detectores -12-, -13- de energía eléctrica y el detector -14- de la SOC envían sus valores de detección al dispositivo -7- de control.

En la presente realización, se supone que la microrred -1- funciona de modo independiente de un suministro de energía de los servicios públicos proporcionado por una compañía eléctrica. En otras palabras, la microrred -1- se utiliza, por ejemplo, en una isla aislada que no está conectada de modo interactivo al suministro de energía de los servicios públicos situado en tierra firme.

Cada uno de los generadores -2n- de energía con motor térmico del dispositivo -2- de generación de energía con motor térmico está conectado a la carga -11- a través de una línea -10- de distribución, y hace funcionar el motor térmico para generar energía eléctrica, en respuesta a una instrucción emitida desde el dispositivo -7- de control. El generador -2n- de energía con motor térmico está configurado para hacer funcionar el motor térmico incluyendo un motor de combustión interna tal como un generador de energía diesel, o un motor de combustión externa tal como una turbina de vapor para generar la energía eléctrica. En la presente realización, el dispositivo -2- de generación de energía con motor térmico incluye dos generadores -2n- de energía diesel conectados en paralelo a la línea -10- de distribución y realiza una operación en paralelo en respuesta a una instrucción emitida desde el dispositivo -7- de control.

El dispositivo -3- de generación de energía con energía natural está compuesto, por ejemplo, por un dispositivo de generación de energía con energía solar, un dispositivo de generación de energía con la fuerza del viento o similares y está conectado a la línea -10- de distribución a través de una unidad -8- de desconexión en paralelo. La unidad -8- de desconexión en paralelo está configurada para realizar una desconexión en paralelo del dispositivo -3- de generación de energía con energía natural, si el funcionamiento de la microrred -1- se obstaculiza.

El dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico incluye la batería -4- de almacenamiento y el convertidor -5- de energía eléctrica. El dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico está configurado para hacer que el convertidor -5- de energía eléctrica cargue la batería -4- de almacenamiento con la energía eléctrica alimentada a través de la línea -10- de distribución, en respuesta a una instrucción de carga emitida desde el dispositivo -7- de control, y descargue la batería -4- de almacenamiento para alimentar la energía eléctrica a la línea -10- de distribución en respuesta a una instrucción de descarga emitida desde el dispositivo -7- de control.

La batería -4- de almacenamiento sirve para compensar una diferencia entre la demanda de energía eléctrica de la carga -11- y la energía eléctrica total generada en la generación de energía, siendo generada la diferencia a medida que cambia la energía natural (cantidad de luz solar recibida, velocidad del viento, etc.) o avanza el funcionamiento de alta eficiencia del motor térmico. En la presente realización, la batería -4- de almacenamiento es, por ejemplo, una batería de hidruro de níquel. La batería -4- de almacenamiento puede ser otra batería secundaria tal como una batería de almacenamiento de plomo o una batería de ión de litio. En la presente realización, el detector -14- de la SOC detecta la situación de carga (SOC) de la batería -4- de almacenamiento y emite la SOC detectada de la batería -4- de almacenamiento al dispositivo -7- de control.

El convertidor -5- de energía eléctrica carga o descarga la batería -4- de almacenamiento por la interconversión entre energía de corriente alterna y energía de corriente continua en respuesta a la instrucción de carga/descarga emitida desde el dispositivo -7- de control. La configuración del convertidor -5- de energía eléctrica no está particularmente limitada. En la presente realización, el convertidor -5- de energía eléctrica está compuesto, por ejemplo, por un sistema acondicionador de energía. El convertidor -5- de energía eléctrica está configurado para funcionar como un generador de energía virtual para realizar el funcionamiento en paralelo con el generador -2n- de energía con motor térmico, en el control de la carga/descarga de la batería -4- de almacenamiento. Para permitir que el convertidor -5- de energía eléctrica funcione como el generador de energía virtual para realizar el funcionamiento en paralelo con el generador -2n- de energía con motor térmico, se requiere que un modelo generador de energía (modelo de control) incluido en el convertidor -5- de energía eléctrica tenga, por lo menos, una característica de caída. La configuración concreta del convertidor -5- de energía eléctrica configurada para funcionar como el generador de energía virtual puede realizarse utilizando una técnica conocida dada a conocer por el solicitante de la presente solicitud (por ejemplo, véase la publicación de la solicitud de Patente japonesa abierta a inspección pública número 2007-244068, o la publicación de la solicitud de Patente japonesa abierta a inspección pública número 2009-225599).

El dispositivo -7- de control está configurado para controlar las salidas de los generadores -2n- de energía con motor térmico y el dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico. El dispositivo -7- de control está configurado para controlar los dos generadores -2n- de energía con motor térmico para realizar o detener la generación de energía y controlar el dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico para cargar o descargar la batería -4- de almacenamiento, para compensar la energía eléctrica excedente o deficiente de la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de

generación de energía con energía natural, con respecto a la demanda de energía eléctrica de la carga -11-, y mantener la batería -4- de almacenamiento en una situación cargable o descargable. En la presente realización, el dispositivo -7- de control está compuesto, por ejemplo, por un procesador tal como una FPGA (matriz de puertas programables), un PLC (controlador lógico programable) o un microcontrolador, y son bloques funcionales realizados mediante programas en ejecución contenidos en el procesador. El dispositivo -7- de control controla la demanda de energía eléctrica de la carga -11-, que se detecta por el detector -12- de energía eléctrica, la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural, que se detecta por el detector -13- de energía eléctrica, la SOC de la batería -4- de almacenamiento, que se detecta por el detector -14- de la SOC, y una tensión, una corriente, energía eléctrica, una frecuencia y similares de la línea -10- de distribución. En función de estos datos controlados, el dispositivo -7- de control controla la carga y descarga del dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico, y la generación y parada de energía (inicio y parada de la generación de energía), y salida (energía eléctrica generada) de los generadores -2n- de energía con motor térmico.

A continuación, la configuración del dispositivo -7- de control se describirá en referencia a las figuras 2 y 3.

La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra la configuración a modo de ejemplo del dispositivo -7- de control de la figura 1. Tal como se muestra en la figura 2, el dispositivo -7- de control incluye una sección -21- de cálculo de la diferencia de energía eléctrica para calcular una diferencia de energía eléctrica $P_{PDG-\alpha}$ de la energía eléctrica P_E generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural y la demanda de energía eléctrica (demanda de energía eléctrica de la carga) L de la carga -11-, una sección -22- de cálculo de la energía eléctrica cargada/descargada para calcular la energía eléctrica cargada/descargada $P_{DG-\beta}$ con respecto a la batería -4- de almacenamiento en función de la SOC de la batería -4- de almacenamiento, una sección -23- de cálculo de la energía eléctrica objetivo para calcular la energía eléctrica objetivo P_{DG} de los dos generadores -2n- de energía con motor térmico (dispositivo -2- de generación de energía con motor térmico), en función de la diferencia de energía eléctrica $P_{PDG-\alpha}$ y la energía eléctrica cargada/descargada $P_{DG-\beta}$ y una sección -24- de control del dispositivo de almacenamiento eléctrico para controlar el dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico para cargar o descargar la batería -4- de almacenamiento, en función de la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica P_E generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural y la energía eléctrica objetiva P_{DG} de los dos generadores -2n- de energía con motor térmico y la demanda L de energía eléctrica de la carga -11-.

La figura 3 es un diagrama de bloques que muestra la configuración concreta del dispositivo de control de la figura 2. Tal como se muestra en la figura 3, por ejemplo, la sección -21- de cálculo de la diferencia de energía eléctrica incluye un restador -31-, una sección -32- de procesamiento de filtrado y una sección -33- de procesamiento de múltiples valores. El restador -31- está configurado para calcular la diferencia de energía eléctrica P_{DG-R} entre la energía eléctrica P_E generada en el dispositivo -3- de generación de energía y la demanda L de energía eléctrica de la carga -11-, y envía la diferencia de energía eléctrica calculada P_{DG-R} a la sección -32- de procesamiento de filtrado. La sección -32- de procesamiento de filtrado está configurada para realizar el procesamiento de filtrado de la diferencia de energía eléctrica P_{DG-R} emitida por el restador -31-, y envía la diferencia de la energía eléctrica resultante a la sección -33- de procesamiento de múltiples valores. El procesamiento de filtrado es para suavizar la diferencia de energía eléctrica P_{DG-R} , mediante la utilización de, por ejemplo, un filtro de paso bajo. La sección -33- de procesamiento de múltiples valores está configurada para realizar el procesamiento de múltiples valores de la diferencia de energía eléctrica que ha sido sometida al procesamiento de filtrado mediante la sección -32- de filtrado en dos o más valores, y enviar la diferencia de energía eléctrica de múltiples valores $P_{PDG-\alpha}$ a la sección -23- de cálculo de la energía eléctrica objetivo. El procesamiento de múltiples valores se define como el procesamiento para convertir la diferencia de energía eléctrica $P_{PDG-\alpha}$ en dos o más valores, indicando cada uno de los dos o más valores la energía eléctrica correspondiente al número (0, 1 o 2) de los dos generadores -2n- de energía con motor térmico que generan energía eléctrica en cantidad constante, incluyendo el número cero. La energía eléctrica constante (energía eléctrica de cantidad constante) es habitualmente una capacidad nominal (energía eléctrica nominal generada). No obstante, la energía eléctrica constante no está limitada a esto y puede ser cualquier energía eléctrica siempre que sea generada de modo eficiente.

La sección -22- de cálculo de la energía eléctrica cargada/descargada realiza el control de realimentación para hacer que los generadores -2n- de energía con motor térmico realicen o detengan la generación de energía de modo que la SOC de la batería -4- de almacenamiento alcance un valor objetivo predeterminado, para mantener la batería -4- de almacenamiento en la situación cargable o descargable. En la presente realización, la sección -22- de cálculo de la energía eléctrica cargada/descargada incluye una sección -35- de ajuste de la SOC objetivo, un restador -36- y una sección -37- de compensación de realimentación.

La sección -35- de ajuste de la SOC objetivo lee una SOC objetivo, que es el valor objetivo de la SOC de la batería -4- de almacenamiento de, por ejemplo, una sección de almacenamiento (no mostrada) del dispositivo -7- de control, estando almacenada previamente la SOC objetivo en la sección de almacenamiento, y emite la SOC objetivo al restador -36-. El restador -36- envía una desviación de la SOC de la batería -4- de almacenamiento de la SOC objetivo a la sección -37- de compensación de realimentación. La desviación es un valor obtenido restando la SOC de la batería -4- de almacenamiento de la SOC objetivo de la batería -4- de almacenamiento. La sección -37- de compensación de realimentación está configurada para compensar de modo adecuado la desviación de la SOC de

acuerdo con una respuesta característica de un sistema de control (la línea -10- de distribución y el dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico), y emite la energía eléctrica cargada/descargada $P_{DG-\beta}$. En la presente realización, la sección -37- de compensación de realimentación está configurada para realizar una compensación PI, por ejemplo. Alternativamente, la sección -37- de compensación de realimentación puede estar configurada para realizar otra compensación de realimentación, por ejemplo, la compensación PID.

La sección -23- de cálculo de la energía eléctrica objetivo incluye un sumador -38- y una sección -39- de limitador. El sumador -38- está configurado para añadir la diferencia de energía eléctrica de múltiples valores $P_{PDG-\alpha}$ y la energía eléctrica cargada/descargada $P_{DG-\beta}$ compensada por realimentación, y envía los datos resultantes a la sección -39- de limitador. La sección -39- de limitador está configurada para emitir la energía eléctrica objetivo P_{DG} que es la instrucción de salida de los dos generadores -2n- de energía con motor térmico, al dispositivo -2- de generación de energía por motor térmico y la sección -24- de control del dispositivo de almacenamiento eléctrico. La sección -39- de limitador está configurada para limitar la energía eléctrica objetivo P_{DG} del dispositivo -2- de generación de energía por motor térmico a un valor límite predeterminado. Alternativamente, la sección -39- de limitador puede omitirse.

En la presente realización, el dispositivo -7- de control de la microrred controla las salidas de los generadores -2n- de energía con motor térmico, en función de la demanda de energía eléctrica de la carga -11-, la energía eléctrica con energía natural (energía eléctrica generada utilizando energía natural) y la situación de carga (SOC) de la batería de almacenamiento. En adelante, los procesos principales 1) a 3) realizados por el dispositivo -7- de control se describirán con referencia a las figuras 3 a 6.

1) En primer lugar, se calcula la energía eléctrica generada en los motores térmicos en función de la energía eléctrica de energía natural. Considerando que la energía natural se aprovecha mejor, la energía eléctrica generada en los motores térmicos se calcula según la siguiente fórmula (1) en función de la energía eléctrica de energía natural P_E y la demanda L de energía eléctrica de la carga:

$$P_{DG-R} = L - P_E \dots (1)$$

En algunos casos, la fórmula (1) cambia rápidamente debido a un cambio en la energía natural o en la carga -11-. En estos casos, a menos que se tomen medidas, el número de motores térmicos en funcionamiento aumenta o disminuye frecuentemente. Esto aumenta el número de veces de inicio y parada de los motores térmicos. Como resultado, disminuye la eficiencia del combustible. En vista de esto, se calcula una diferencia de energía eléctrica con un cambio rápido suprimido (suavizado) realizando un procesamiento de filtrado de la diferencia de energía eléctrica P_{DG-R} .

La eficiencia del combustible en los motores térmicos (y los generadores -2n- de energía con motor térmico) es la más alta en el funcionamiento con capacidad nominal. En la presente realización, para maximizar el número de motores térmicos en funcionamiento (y los generadores -2n- de energía con motor térmico) que realizan el funcionamiento con capacidad nominal, se realiza el procesamiento de múltiples valores de la diferencia de energía eléctrica.

La figura 4 es un gráfico para explicar el control de la energía eléctrica generada en los generadores de energía con motor térmico en función de la energía eléctrica con energía natural y la demanda de energía eléctrica de la carga. Ahora, se describirá principalmente el procesamiento de múltiples valores de la diferencia de energía eléctrica. En el gráfico, un eje vertical indica la diferencia de energía eléctrica (cantidad de generación de energía) $P_{PDG-\alpha}$ [kW] después del procesamiento de múltiples valores, a la vez que un eje horizontal indica la diferencia de energía eléctrica P_{DG-R} [kW] antes del procesamiento de múltiples valores. La capacidad nominal de un motor térmico se expresa como D_{GR} [kW].

En un intervalo (I) del gráfico, en un caso en el que la diferencia de energía eléctrica tras un procesamiento previo es $P_{PDG-\alpha} = 0$ [kW], $P_{PDG-\alpha} = D_{GR}$ [kW], cuando $P_{DG-R} \geq 0,5 \times D_{GR} + 0,05 \times D_{GR}$. Por otro lado, cuando $P_{DG-R} < 0,5 \times D_{GR} + 0,05 \times D_{GR}$, $P_{PDG-\alpha} = 0$ [kW]. De este modo, la diferencia de energía eléctrica $P_{PDG-\alpha}$ tiene valores múltiples en 0 [kW] o D_{GR} [kW].

En un intervalo (II) del gráfico, en un caso en el que la diferencia de energía eléctrica tras un procesamiento anterior es $P_{PDG-\alpha} = D_{GR}$ [kW], $P_{PDG-\alpha} = 2 \times D_{GR}$ [kW], cuando $P_{DG-R} \geq 1,5 \times D_{GR} + 0,05 \times D_{GR}$. Por otro lado, cuando $P_{DG-R} < 0,5 \times D_{GR} - 0,05 \times D_{GR}$, $P_{PDG-\alpha} = 0$ [kW]. Además, cuando $0,5 \times D_{GR} - 0,05 \times D_{GR} \leq P_{DG-R} < 1,5 \times D_{GR} + 0,05 \times D_{GR}$, $P_{PDG-\alpha} = D_{GR}$ [kW]. De este modo, la diferencia de energía eléctrica $P_{PDG-\alpha}$ tiene valores múltiples en 0 [kW], D_{GR} [kW] o $2 \times D_{GR}$ [kW].

En un intervalo (III) del gráfico, en un caso en el que la diferencia de energía eléctrica tras un procesamiento anterior es $P_{PDG-\alpha} = 2 \times D_{GR}$ [kW], $P_{PDG-\alpha} = D_{GR}$ [kW], cuando $P_{DG-R} \leq 1,5 \times D_{GR} - 0,05 \times D_{GR}$. Por otro lado, cuando $P_{DG-R} > 1,5 \times D_{GR} - 0,05 \times D_{GR}$, $P_{PDG-\alpha} = 2 \times D_{GR}$ [kW]. De este modo, la diferencia de energía eléctrica $P_{PDG-\alpha}$ tiene valores múltiples en D_{GR} [kW] o $2 \times D_{GR}$ [kW].

Del modo descrito anteriormente, la energía eléctrica generada en los dos generadores -2n- de energía con motor térmico se puede calcular en función de la diferencia de energía eléctrica que ha sido sometida al procesamiento de filtrado y al procesamiento de múltiples valores. Por tanto, resulta posible hacer funcionar los generadores -2n- de energía con motor térmico para generar la energía eléctrica constante (en la presente realización, capacidad nominal), a la vez que se suprime un aumento del número de veces de inicio y parada de la generación de energía de los generadores -2n- de energía con motor térmico y un aumento en el tiempo de funcionamiento de los generadores -2n- de energía con motor térmico, que está provocado por un cambio rápido en la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural o por un cambio rápido en la demanda de energía eléctrica de la carga -11-. Como resultado, es posible hacer funcionar los motores térmicos con alta eficiencia y disminuir la emisión de dióxido de carbono.

2) A continuación, se calcula la energía eléctrica generada en los generadores -2n- de energía con motor térmico en función de la SOC de la batería -4- de almacenamiento. Para mantener el dispositivo -4- de almacenamiento en una situación operativa en todo momento, es necesario limitar la SOC del dispositivo -4- de almacenamiento a un intervalo de uso normal.

La figura 5 es un gráfico para explicar el control de la energía eléctrica generada en los generadores de energía con motor térmico en función de la SOC de la batería -4- de almacenamiento. En el gráfico, un eje vertical indica la energía eléctrica cargada/descargada (cantidad de generación de energía) $P_{DG-\beta}$ [kW] correspondiente a la desviación de la SOC de la batería -4- de almacenamiento con respecto a la SOC objetivo de la batería -4- de almacenamiento, a la vez que un eje horizontal indica la SOC[%] de la batería -4- de almacenamiento. En la presente realización, se supone que el intervalo de uso normal de la batería de almacenamiento es de 20 a 80% de la SOC, y el valor límite inferior o el valor límite superior del uso normal es el 30 o 70[%] de la SOC, respectivamente.

En el caso de SOC = 0 a 20[%], $P_{DG-\beta}$ es un valor [kW] basado en la compensación PI (intervalo I del gráfico). En el caso de SOC = 20 a 30[%], $P_{DG-\beta}$ es un valor [kW] basado en la compensación PI (intervalo II del gráfico). En el caso de SOC = 30 a 70[%], $P_{DG-\beta} = 0$ [kW] (intervalo III del gráfico). En el caso de SOC = 70 a 100[%], $P_{DG-\beta}$ es un valor [kW] basado en la compensación PI (intervalo IV del gráfico). El valor límite inferior de $P_{DG-\beta}$ en el gráfico es un valor límite inferior que satisface (valor límite inferior > $P_{PDG-\alpha}$) y (valor límite inferior = $L - P_E - P_{PCSMAX} - P_{PDG-\alpha}$). Se debe observar que P_{PCSMAX} es la cantidad de descarga máxima de la batería -4- de almacenamiento controlada por el convertidor -5- de energía eléctrica.

En la configuración anterior, cuando la SOC se acerca al valor límite inferior o al valor límite superior (20 u 80[%]) del intervalo de uso normal, la compensación PI se realiza utilizando como valor objetivo el valor límite inferior o el valor límite superior (30 o 70[%]) del uso normal, y la cantidad de energía eléctrica generada en los dos generadores -2n- de energía con motor térmico aumenta o disminuye como una cantidad de operación. Esto permite que la batería -4- de almacenamiento se cargue o descargue para alcanzar la SOC objetivo. Como resultado, la batería -4- de almacenamiento puede mantenerse en una situación cargable o descargable en todo momento. De este modo, es posible compensar un cambio rápido en la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural o un cambio rápido en la demanda de energía eléctrica de la carga -11-, y suprimir un aumento en el número de veces de inicio y parada de la generación de energía de los generadores -2n- de energía con motor térmico y un aumento en el tiempo de funcionamiento de los generadores -2n- de energía con motor térmico.

3) Finalmente, se calcula la energía eléctrica generada en los dos generadores -2n- de energía con motor térmico (dispositivo -2- de generación de energía con motor térmico) en función del valor límite. La figura 6 es un gráfico para explicar el control de la energía eléctrica generada en los generadores de energía con motor térmico en función de un valor límite de salida. En el gráfico, un eje vertical indica la energía eléctrica objetivo P_{DG} [kW] y un eje horizontal indica $P_{PDG-\alpha} + P_{DG-\beta}$ [kW]. En un caso en el que la energía eléctrica generada en los motores térmicos, $P_{PDG-\alpha} + P_{DG-\beta}$ [kW] calculada en 1) y 2) sobrepasa la energía eléctrica total ("cantidad de generación de energía MAX" en el gráfico) generada en los dos generadores -2n- de energía con motor térmico (dispositivo -2- de generación de energía con motor térmico), la energía eléctrica objetivo P_{DG} está limitada a la energía eléctrica total (intervalo II del gráfico). De este modo, los dos generadores -2n- de energía con motor térmico pueden hacerse funcionar de modo adecuado.

(Ejemplo)

En adelante, una operación a modo de ejemplo controlada por el dispositivo de control de la microrred según la presente realización se describirá junto con un ejemplo comparativo.

En primer lugar, como el ejemplo comparativo, se describirá un procedimiento de control de una pluralidad de generadores de energía con motor térmico dados a conocer en el documento de patente 1. Este ejemplo comparativo se dirige al funcionamiento de dos generadores de energía con motor térmico con alta eficiencia y a mantener la SOC de la batería de almacenamiento en un intervalo operativo.

La figura 7 es un gráfico para explicar el funcionamiento a modo de ejemplo controlado por el dispositivo de control

de la microrred según el ejemplo comparativo. Un gráfico superior (a) de la figura 7 indica un cambio en la energía eléctrica [kW] generada en los generadores de energía con motor térmico, ocurriendo el cambio a lo largo del tiempo con respecto a la demanda de energía eléctrica de una carga. Un gráfico intermedio (b) de la figura 7 indica un cambio en la SOC [%] de la batería de almacenamiento, ocurriendo el cambio a lo largo del tiempo. Un gráfico inferior (c) de la figura 7 indica un cambio en la cantidad de consumo de combustible [l] de los generadores de energía con motor térmico, ocurriendo el cambio a lo largo del tiempo. Tal como se muestra en la figura 7, los valores límite superior e inferior de la SOC de la batería de almacenamiento en los momentos en los que el dispositivo de generación de energía con motor térmico que incluye los dos generadores de energía con motor térmico inicia y detiene la generación de energía están preconfigurados. En esta configuración, si la SOC de la batería de almacenamiento alcanza el valor límite superior de la SOC, entonces la batería de almacenamiento se descarga de tal modo que la energía eléctrica total generada en los generadores de energía con motor térmico desciende por debajo de la carga de energía eléctrica. Por otro lado, si la SOC de la batería de almacenamiento alcanza el valor límite inferior de la SOC, entonces la batería de almacenamiento se carga con energía eléctrica excedente al valor límite superior de la SOC de tal modo que la energía eléctrica total generada en los generadores de energía con motor térmico sobrepasa la carga de energía eléctrica. Controlando el inicio y parada de la generación de energía de los generadores de energía con motor térmico dependiendo de la SOC de la batería de almacenamiento de la manera descrita anteriormente, se puede mantener la SOC de la batería de almacenamiento en el intervalo operativo.

No obstante, en el ejemplo comparativo, toda la energía eléctrica cargada en la batería de almacenamiento está cubierta por la energía eléctrica suministrada desde los generadores de energía con motor térmico. Por tanto, toda la energía eléctrica se suministra al consumir combustible. Por esta razón, el ejemplo comparativo puede reducir de modo eficaz la cantidad de uso del combustible en cierta medida mediante el funcionamiento de alta eficiencia de los motores térmicos, pero no puede reducir de modo eficaz la cantidad de emisión de dióxido de carbono.

Para solucionar el problema descrito anteriormente, los presentes inventores han centrado su atención en la energía natural que recientemente ha atraído su atención como fuente de energía alternativa al combustible fósil. La energía natural es una fuente de energía no estable que depende del clima. Por esta razón, es difícil utilizar la energía natural individualmente como un sistema de generación de energía independiente.

A la luz de lo anterior, los presentes inventores centraron su atención en la reducción de la cantidad de emisión de dióxido de carbono mediante el uso de la microrred que incluye la energía natural como fuente auxiliar de energía eléctrica que puede sustituir la batería de almacenamiento convencional, a la vez que se mantiene el funcionamiento de alta eficiencia de la energía con motor térmico.

En la microrred -1- de la presente invención, la energía eléctrica se suministra a la carga -11- principalmente desde los generadores -2n- de energía con motor térmico y el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural. Para hacer el mejor uso de la energía natural y mantener el funcionamiento de alta eficiencia de los motores térmicos, se compensa una diferencia entre la demanda de energía eléctrica de la carga -11- y la energía eléctrica total, siendo provocada la diferencia por un cambio en la energía natural y por un cambio en la carga -11-, cargando o descargando la batería -4- de almacenamiento. En primer lugar, el dispositivo -7- de control suministra la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural a la carga -11- para satisfacer la demanda de energía eléctrica de la carga -11-. Si esta energía eléctrica es deficiente, entonces el dispositivo -7- de control hace que los generadores -2n- de energía con motor térmico generen la energía eléctrica en una cantidad constante, y la batería -4- de almacenamiento del dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico se cargue o descargue para compensar la energía eléctrica excedente o deficiente de la energía eléctrica total con respecto a la demanda de energía eléctrica de la carga -11-, siendo la energía eléctrica total la suma de la energía eléctrica generada en los generadores -2n- de energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural. El dispositivo -7- de control está configurado para controlar los generadores -2n- de energía con motor térmico y el dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico del modo descrito anteriormente. No obstante, si la SOC de la batería -4- de almacenamiento alcanza el valor límite superior o inferior operativo, el dispositivo -7- de control hace que los generadores -2n- de energía con motor térmico para aumentar o disminuir la salida de energía eléctrica, y que la batería -4- de almacenamiento se cargue o descargue, de modo que la SOC de la batería -4- de almacenamiento se puede mantener en el intervalo operativo. De este modo, la microrred -1- puede continuar funcionando. Además, dado que el funcionamiento de alta eficiencia de los motores térmicos se realiza a la vez que se utiliza la energía eléctrica con energía natural, se puede reducir la cantidad consumida de combustible, y se puede disminuir la emisión de dióxido de carbono en comparación con el ejemplo comparativo.

La figura 8 es un gráfico para explicar el funcionamiento a modo de ejemplo controlado por el dispositivo de control de la microrred según la presente invención. Un gráfico superior (a) de la figura 8 indica un cambio en la energía eléctrica total [kW] que es la suma de la energía eléctrica generada en los generadores -2n- de energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural, ocurriendo el cambio a lo largo del tiempo con respecto a la demanda de energía eléctrica de la carga -11-. Un gráfico intermedio (b) de la figura 8 indica un cambio en la SOC [%] de la batería -4- de almacenamiento, ocurriendo el cambio a lo largo del tiempo. Un gráfico inferior (c) de la figura 8 indica un cambio en la cantidad de consumo de combustible [l] de los generadores -2n- de energía con motor térmico, ocurriendo el cambio a lo largo del tiempo.

Tal como se muestra en la figura 8, en un intervalo I, en un caso en el que la energía eléctrica total es mayor que la demanda de energía eléctrica de la carga -11- y la SOC de la batería -4- de almacenamiento está cerca del valor límite superior de la SOC, el dispositivo -7- de control hace que los generadores -2n- de energía con motor térmico reduzcan la salida de energía eléctrica y se descargue la batería -4- de almacenamiento.

En un intervalo II, en un caso en el que la energía eléctrica total es mayor que la demanda de energía eléctrica de la carga -11-, el dispositivo -7- de control hace que la batería -4- de almacenamiento se cargue con la energía eléctrica excedente.

En un intervalo III, en un caso en el que la energía eléctrica total es menor que la demanda de energía eléctrica de la carga -11-, el dispositivo -7- de control hace que la batería -4- de almacenamiento se descargue para compensar la energía eléctrica deficiente.

En un intervalo IV, en un caso en el que la energía eléctrica total es menor que la demanda de energía eléctrica de la carga -11- y la SOC de la batería -4- de almacenamiento está cerca del valor límite inferior de la SOC, el dispositivo -7- de control hace que los generadores -2n- de energía con motor térmico aumenten la salida de energía eléctrica.

En la presente realización, la microrred -1- incluye el convertidor -5- de energía eléctrica y el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural, y está configurada para hacer el mejor uso de la energía natural. En esta configuración, se carga la batería de almacenamiento con la energía eléctrica generada utilizando el combustible fósil, o se descarga, dependiendo de la situación. Esto hace posible mantener el funcionamiento de alta eficiencia del motor térmico utilizando la energía natural que es respetuosa con el entorno global (ecológica) en la microrred -1- de la presente realización, en comparación con el ejemplo convencional que respalda el funcionamiento de alta eficiencia de los motores térmicos.

Incluso en un modo de descarga, si la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica generada en los generadores -2n- de energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural, sobrepasa la demanda de energía eléctrica de la carga -11-, se puede cargar excesivamente la batería -4- de almacenamiento. La figura 9 es un gráfico para explicar el control para evitar que la batería -4- de almacenamiento de la microrred -1- se cargue excesivamente. Tal como se muestra en la figura 9, en la presente realización, en un caso en el que la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica objetivo de los generadores -2n- de energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural es mayor que la demanda de energía eléctrica de la carga -11- y la cantidad de energía eléctrica (o la SOC de la batería de almacenamiento) cargada en la batería -4- de almacenamiento del dispositivo -6- de almacenamiento eléctrico sobrepasa un valor límite superior predeterminado, el dispositivo -7- de control realiza una desconexión en paralelo del dispositivo -3- de generación de energía con energía natural de la línea -10- de distribución. Específicamente, en respuesta a la instrucción de desconexión en paralelo emitida desde el dispositivo -7- de control, la unidad -8- de desconexión en paralelo de la figura 1 realiza la desconexión en paralelo del dispositivo -3- de generación de energía con energía natural de la línea -10- de distribución. En esta configuración, dado que resulta posible evitar una situación en la que el funcionamiento de la microrred -1- se obstaculiza debido a la situación de carga excesiva de la batería -4- de almacenamiento, puede continuar el funcionamiento de la microrred -1-.

Aunque en la presente realización el dispositivo -7- de control está configurado para realizar el control global de la microrred -1- que incluye el convertidor -5- de energía eléctrica, la presente invención no está limitada a esta configuración. Por ejemplo, el control distribuido puede realizarse de tal modo que una pluralidad de dispositivos de control se distribuyen para corresponderse con los generadores -2n- de energía con motor térmico, el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural y el convertidor -5- de energía eléctrica, respectivamente, y realizar la función del dispositivo -7- de control en conjunto.

Aunque en la microrred -1- de la presente realización, se describe el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural como el dispositivo de generación de energía que aprovecha la luz solar o la fuerza del viento, el dispositivo -3- de generación de energía con energía natural puede ser un dispositivo de generación de energía que aprovecha otra energía natural tal como la energía mareomotriz o el calor geotérmico. Además, la microrred -1- puede estar configurada de tal modo que una pluralidad de dispositivos -3- de generación de energía con energía natural están conectados en paralelo con la línea -10- de distribución y funcionan en paralelo.

Aunque en la presente realización, la microrred -1- se hace funcionar de modo independiente del suministro de energía de los servicios públicos, la presente invención no está limitada a esto, y la microrred -1- puede hacerse funcionar de modo interactivo con el suministro de energía de los servicios públicos a través de la línea -10- de distribución.

Aplicabilidad industrial

La presente invención es útil en una microrred que utiliza generadores de energía con motor térmico y un dispositivo de generación de energía con energía natural.

5

Lista de signos de referencia

- 1- microrred
- 2- dispositivo de generación de energía con motor térmico
- 10 -2n- generador de energía con motor térmico
- 3- dispositivo de generación de energía con energía natural
- 4- batería de almacenamiento
- 5- convertidor de energía eléctrica
- 6- dispositivo de almacenamiento eléctrico
- 15 -7- dispositivo de control
- 8- unidad de desconexión en paralelo
- 10- línea de distribución
- 11- carga
- 12-, -13- detector de energía eléctrica
- 20 -14- detector de la SOC
- 21- sección de cálculo de la diferencia de energía eléctrica
- 22- sección de cálculo de la energía eléctrica cargada/descargada
- 23- sección de cálculo de la energía eléctrica objetivo
- 24- sección de control del dispositivo de almacenamiento eléctrico

25

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control para una microrred (1) que incluye:

5 por lo menos un generador (2n) de energía con motor térmico que está conectado a una carga (11) a través de una línea (10) de distribución y hace funcionar un motor térmico para generar energía eléctrica;
 un dispositivo (3) de generación de energía con energía natural que está conectado a la línea (10) de distribución y genera energía eléctrica utilizando energía natural; y
 un dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico que incluye una batería (4) de almacenamiento y un convertidor (5) de energía eléctrica, estando configurado el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico para hacer que el convertidor (5) de energía eléctrica cargue la batería (4) de almacenamiento con la energía eléctrica alimentada a través de la línea (10) de distribución,
 10 estando configurado el dispositivo de control para controlar el, por lo menos, un generador (2n) de energía con motor térmico para realizar y detener la generación de energía y controlar el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico para cargar o descargar la batería (4) de almacenamiento, para mantener la batería (4) de almacenamiento en una situación cargable o descargable,
 15 **caracterizado por que**
 el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico está configurado para hacer que el convertidor (5) de energía eléctrica descargue la batería (4) de almacenamiento para alimentar la energía eléctrica a la línea (10) de distribución,
 20 el dispositivo de control suministra, en primer lugar, la energía eléctrica generada en el dispositivo (3) de generación de energía con energía natural a la carga (11) para satisfacer la demanda de energía eléctrica de la carga (11), y si la energía eléctrica suministrada por el dispositivo de control es deficiente, el dispositivo de control controla el generador (2n) de energía con motor térmico y el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico de tal modo que el dispositivo de control hace que el generador (2n) de energía con motor térmico genere la energía eléctrica en una cantidad constante, y que la batería (4) de almacenamiento del dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico se cargue o descargue para compensar la energía eléctrica excedente o deficiente de la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica generada en el generador (2n) de energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo (3) de generación de energía con energía natural, con respecto a la demanda de energía eléctrica de la carga (11).

2. Dispositivo de control para la microrred (1), según la reivindicación 1,

en el que el dispositivo de control está configurado para controlar el, por lo menos, un generador (2n) de energía con motor térmico para realizar o detener la generación de energía y controlar el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico para cargar o descargar la batería (4) de almacenamiento de tal modo que una situación de carga de la batería (4) de almacenamiento alcanza un valor objetivo predeterminado, para mantener la batería (4) de almacenamiento en la situación cargable o descargable.

3. Dispositivo de control para la microrred (1), según la reivindicación 1, comprendiendo el dispositivo de control:

40 una sección (21) de cálculo de la diferencia de energía eléctrica para calcular una diferencia de energía eléctrica entre la demanda de energía eléctrica de la carga (11) y la energía eléctrica generada en el dispositivo (3) de generación de energía con energía natural;
 una sección (22) de cálculo de la energía eléctrica cargada/descargada para calcular la energía eléctrica cargada/descargada con respecto a la batería (4) de almacenamiento en función de una situación de carga del dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico;
 45 una sección (23) de cálculo de la energía eléctrica objetivo para calcular la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador (2n) de energía con motor térmico, en función de la diferencia de energía eléctrica y la energía eléctrica cargada/descargada; y
 una sección (24) de control del dispositivo de almacenamiento eléctrico para controlar el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico para cargar o descargar la batería (4) de almacenamiento, en función de la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica generada en el dispositivo (3) de generación de energía con energía natural y la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador (2n) de energía con motor térmico, y la demanda de energía eléctrica de la carga (11).

4. Dispositivo de control para la microrred (1), según la reivindicación 3,
 en el que la sección (21) de cálculo de la diferencia de energía eléctrica incluye, además:

una sección (32) de procesamiento de filtrado para realizar el procesamiento de filtrado de la diferencia de energía eléctrica; y
 60 una sección (33) de procesamiento de múltiples valores para realizar el procesamiento de múltiples valores de la diferencia de energía eléctrica que ha sido sometida al procesamiento de filtrado para convertir la diferencia de energía eléctrica en dos o más valores, indicando cada uno de los dos o más valores la energía eléctrica correspondiente al número del, por lo menos, un generador (2n) de energía con motor térmico que genera la energía eléctrica en una cantidad constante, incluyendo el número cero,
 65 en el que la sección (23) de cálculo de la energía eléctrica objetivo calcula la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador (2n) de energía con motor térmico en función de la diferencia de energía eléctrica que se ha

sometido al procesamiento de filtrado y al procesamiento de múltiples valores, y la energía eléctrica cargada/descargada.

5 5. Dispositivo de control para la microrred (1), según la reivindicación 3 o 4, en el que la sección (23) de cálculo de la energía eléctrica objetivo está configurada para limitar la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador (2n) de energía con motor térmico a un valor límite predeterminado.

10 6. Dispositivo de control para la microrred (1), según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de control está configurado para realizar la desconexión en paralelo del dispositivo (3) de generación de energía con energía natural de la línea (10) de distribución, cuando la energía eléctrica total que es la suma de la energía eléctrica objetivo del, por lo menos, un generador (2n) de la energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo (3) de generación de energía con energía natural es mayor que la demanda de energía eléctrica de la carga (11) y una cantidad de la energía eléctrica cargada en la batería (4) de almacenamiento del dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico o una situación de carga de la batería (4) de almacenamiento sobrepasa un valor límite superior predeterminado.

15 7. Procedimiento para controlar una microrred (1) que incluye:

20 por lo menos un generador (2n) de energía con motor térmico que está conectado a una carga (11) a través de una línea (10) de distribución y hace funcionar un motor térmico para generar energía eléctrica; un dispositivo (3) de generación de energía con energía natural que está conectado a la línea (10) de distribución y genera la energía eléctrica mediante el uso de energía natural; y un dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico que incluye una batería (4) de almacenamiento y un convertidor (5) de energía eléctrica, estando configurado el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico para hacer que el convertidor (5) de energía eléctrica cargue la batería (4) de almacenamiento con la energía eléctrica alimentada a través de la línea (10) de distribución
25 comprendiendo el procedimiento:

30 controlar el, por lo menos, un generador (2n) de energía con motor térmico para realizar y detener la generación de energía y controlar el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico para cargar o descargar la batería (4) de almacenamiento en una situación cargable o descargable,

caracterizado por que

35 el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico está configurado para hacer que el convertidor (5) de energía eléctrica descargue la batería (4) de almacenamiento para alimentar energía eléctrica a la línea (10) de distribución, la energía eléctrica generada en el dispositivo (3) de generación de energía con energía natural se suministra, en primer lugar, a la carga (11) para satisfacer la demanda de energía eléctrica de la carga (11), y si la energía eléctrica suministrada por el dispositivo de control es deficiente, el generador (2n) de energía con motor térmico y el dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico se controlan de tal modo que el generador (2n) de energía con motor térmico genera energía eléctrica en una cantidad constante, y la batería (4) de almacenamiento del dispositivo (6) de almacenamiento eléctrico se carga o descarga para compensar el exceso o deficiencia de energía eléctrica de la energía eléctrica total que es una suma de la energía eléctrica generada en el generador (2n) de energía con motor térmico y la energía eléctrica generada en el dispositivo (3) de generación de energía con energía natural, con respecto a la demanda de energía eléctrica de la carga (11).

45

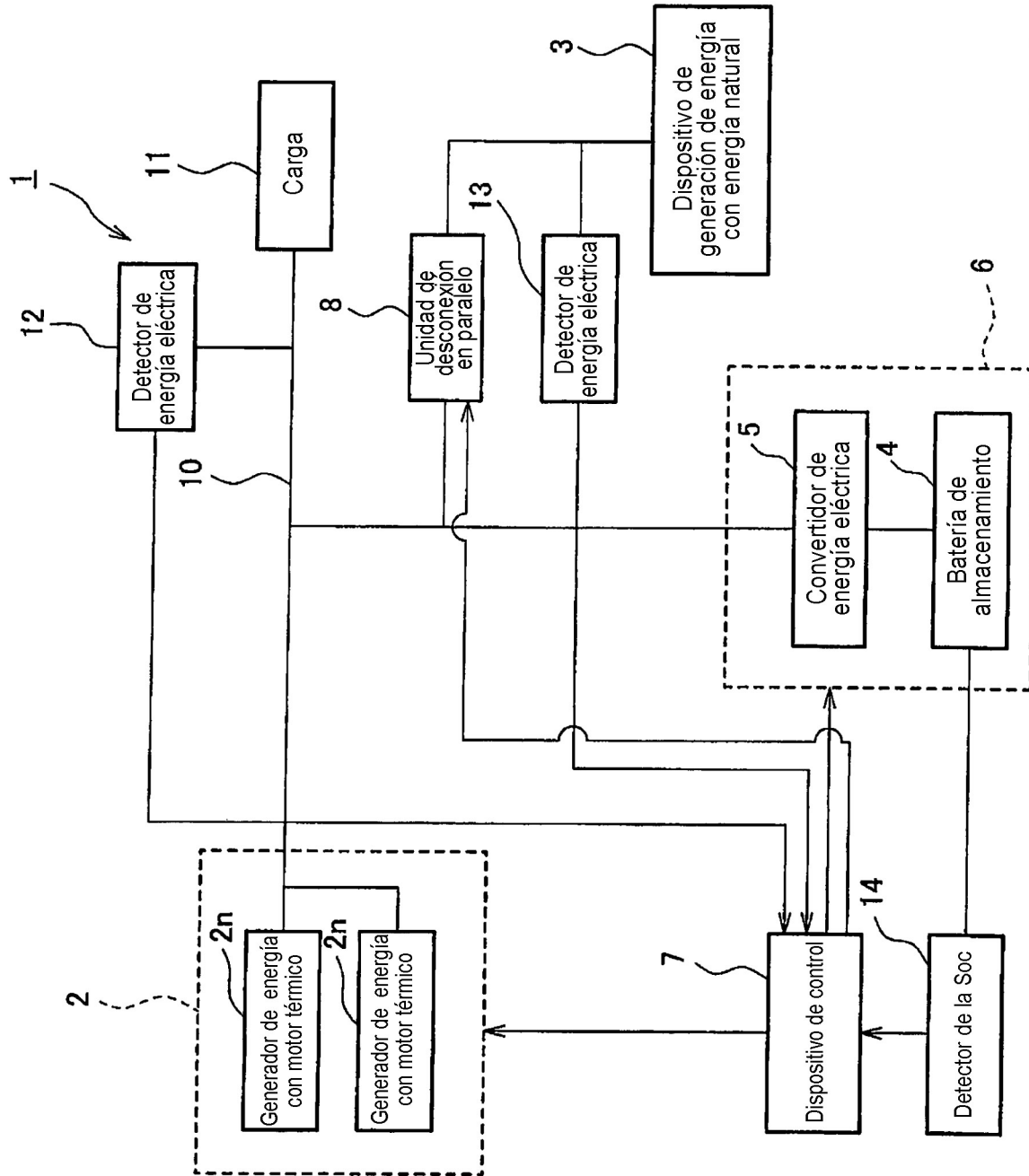


Fig. 1

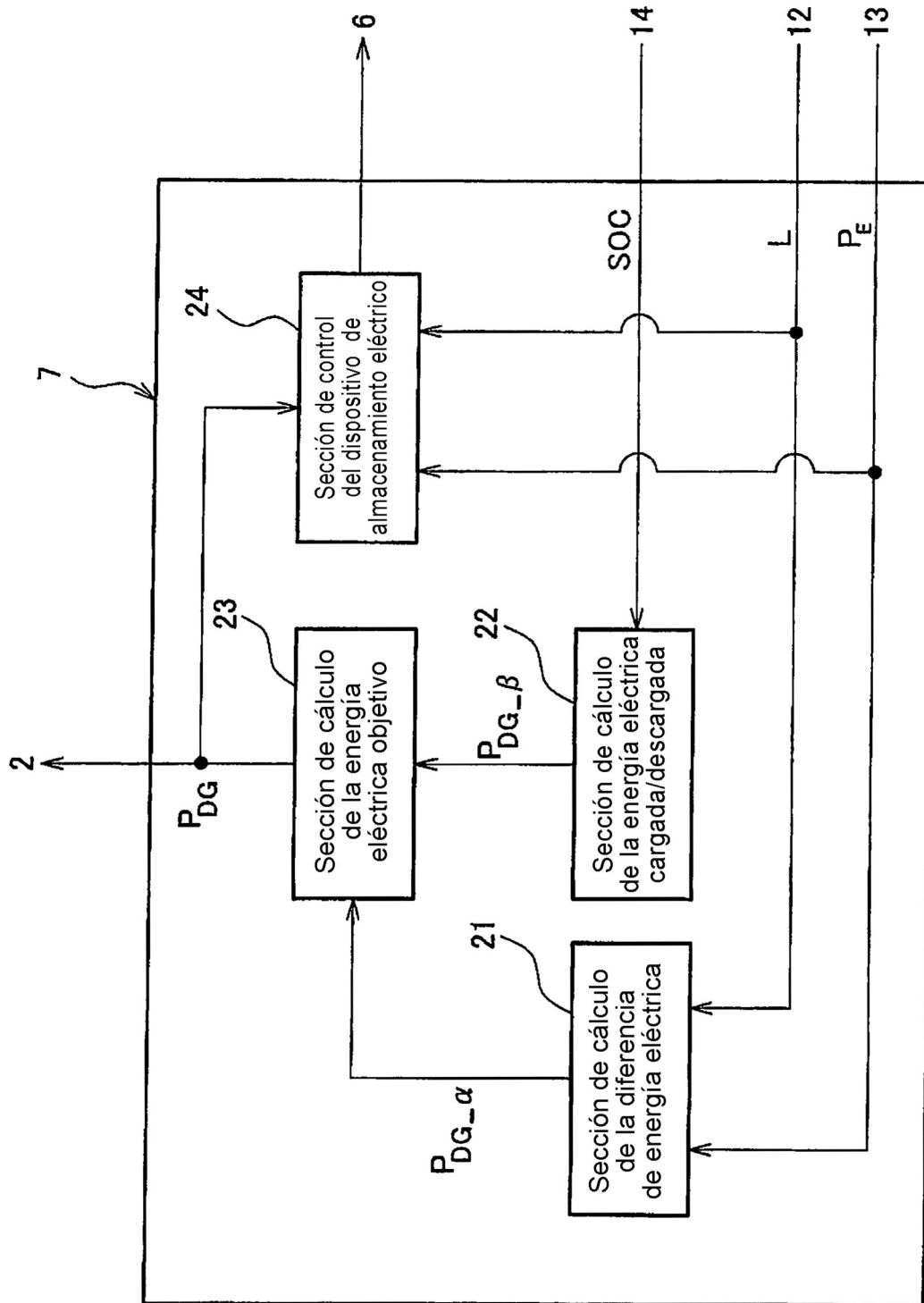


Fig. 2

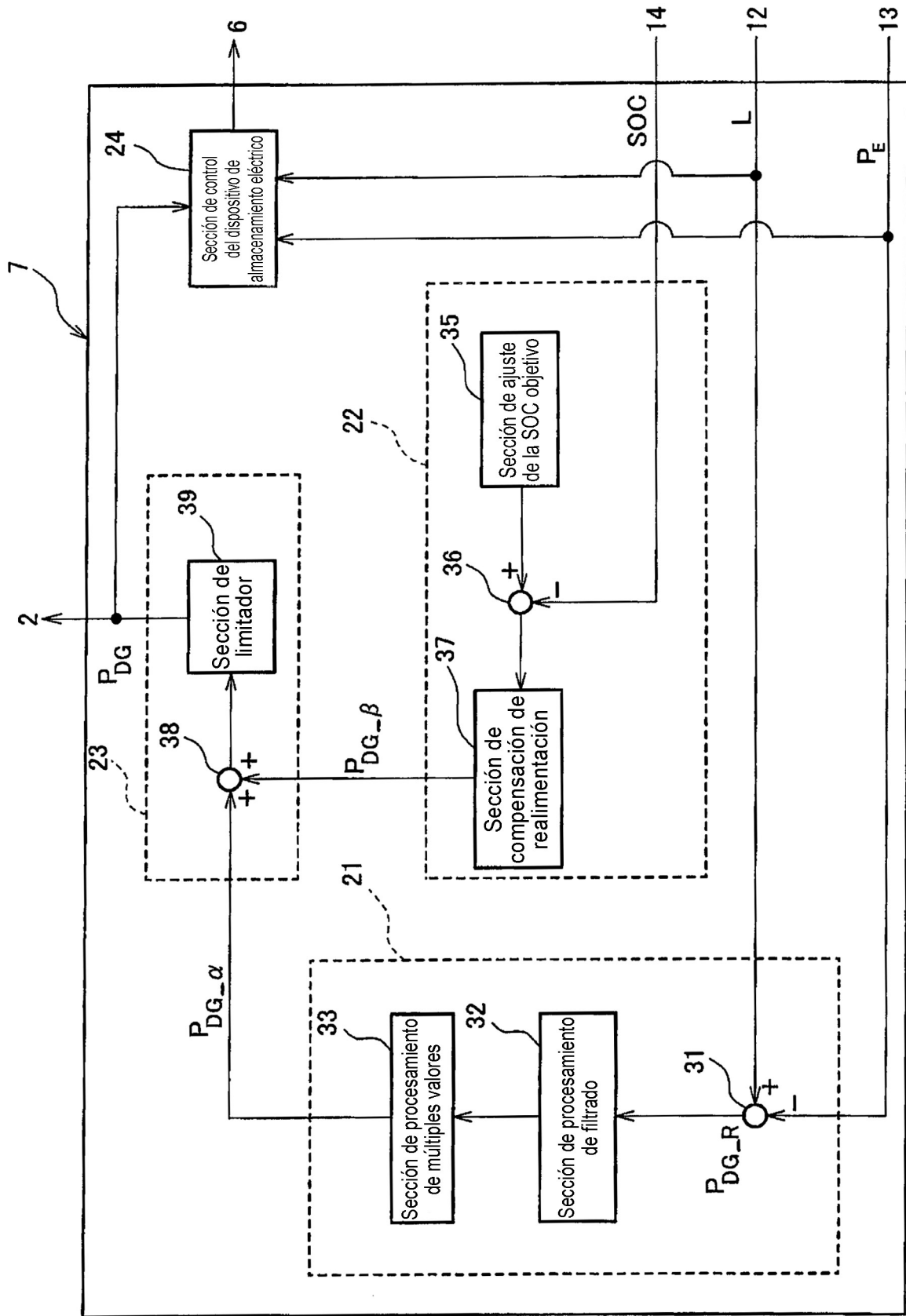


Fig. 3

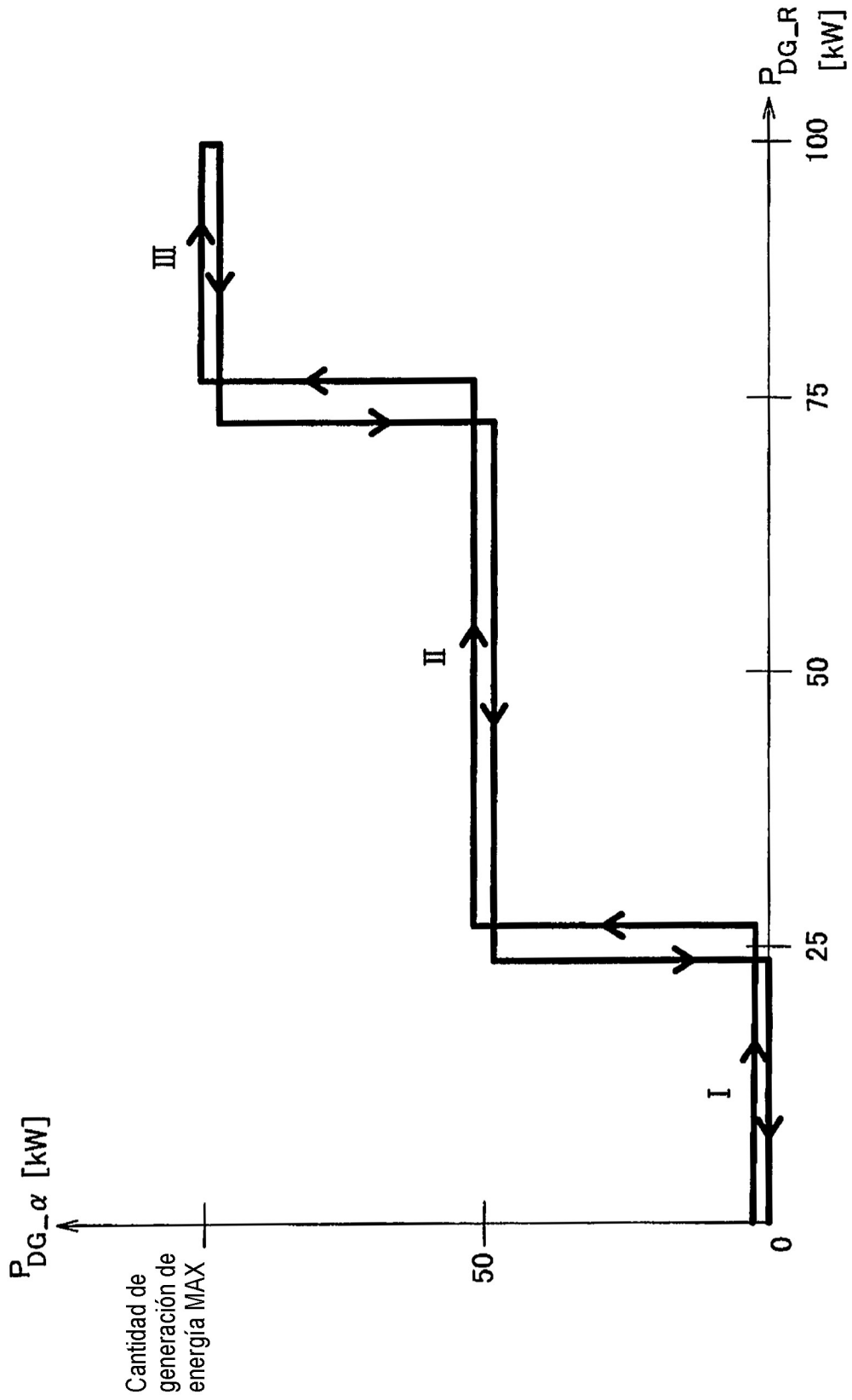


Fig. 4

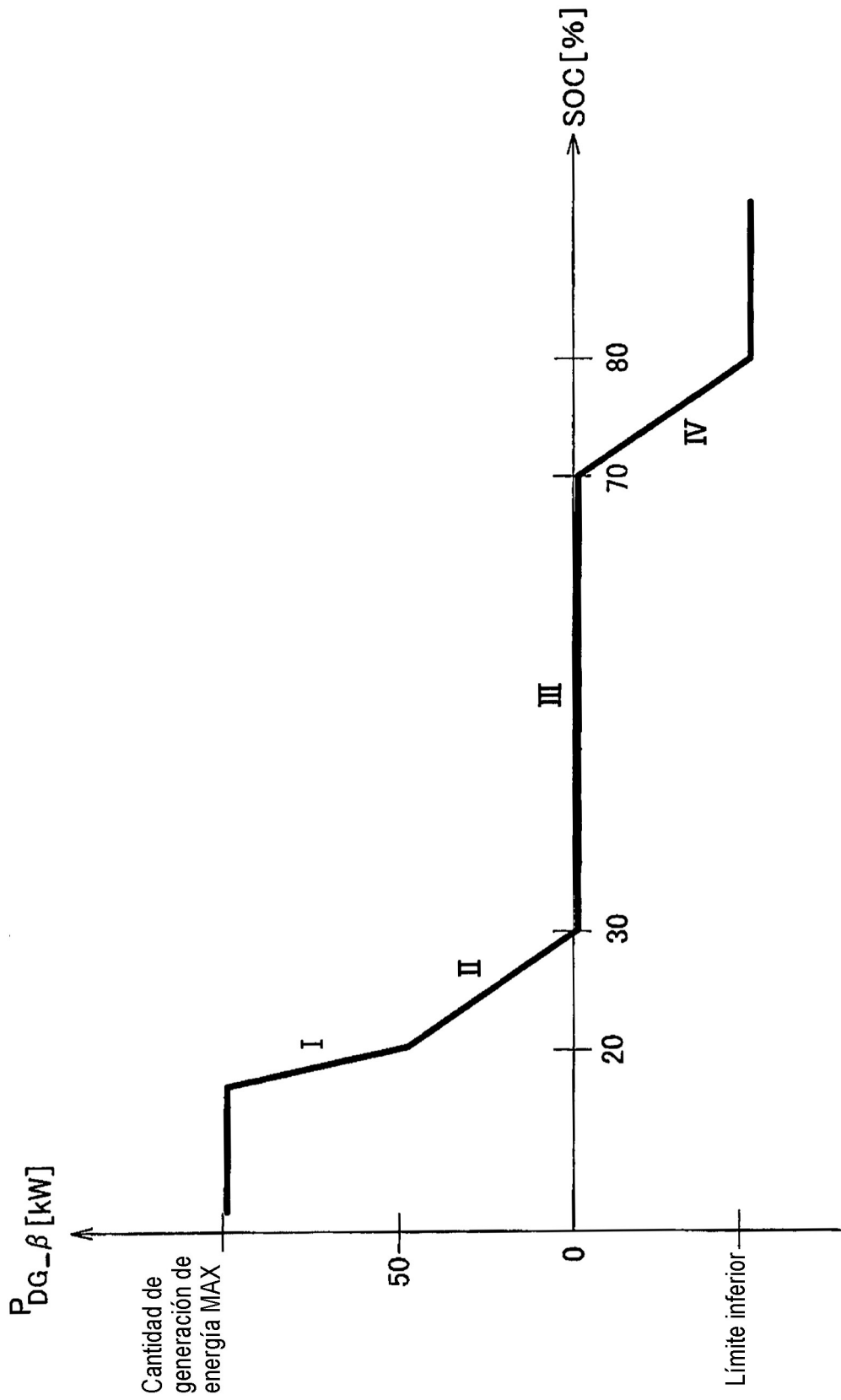


Fig. 5

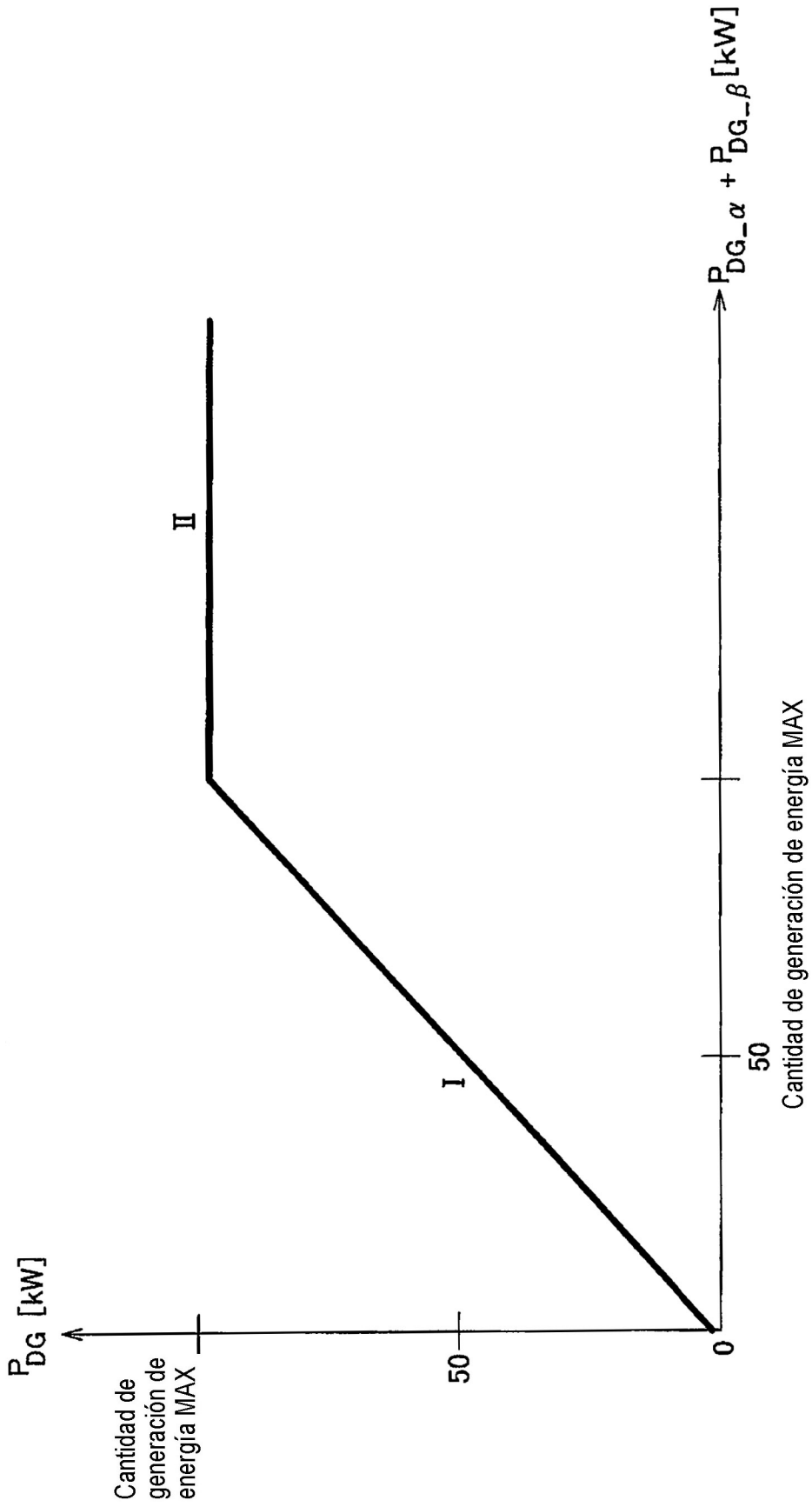


Fig. 6

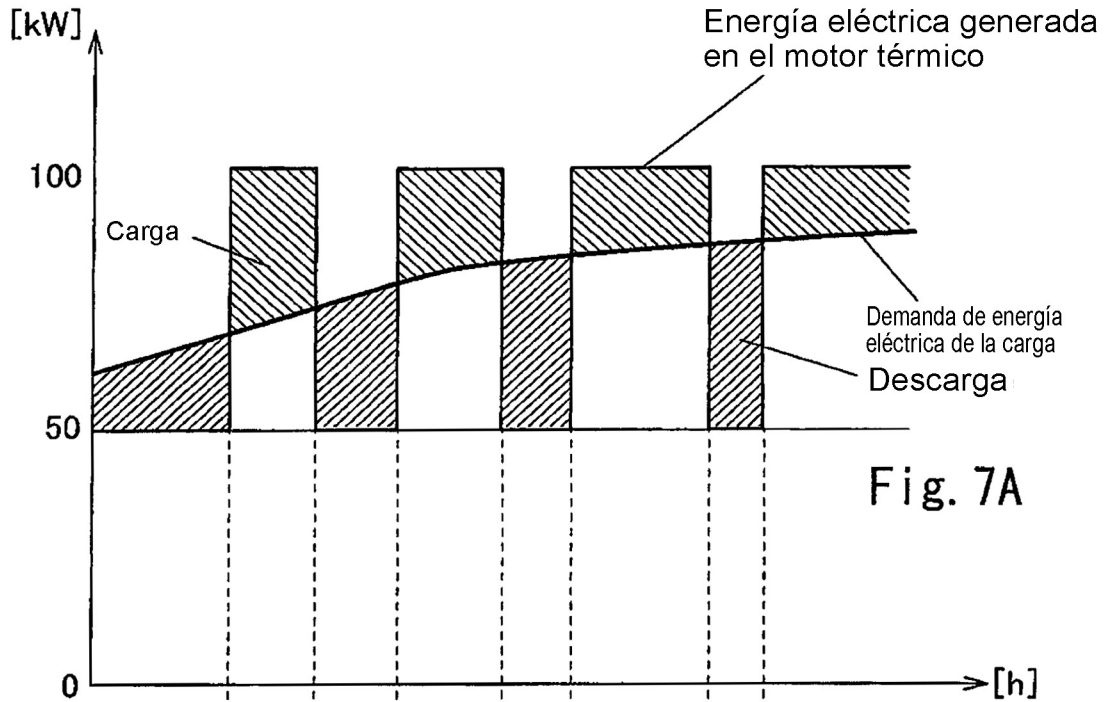


Fig. 7A

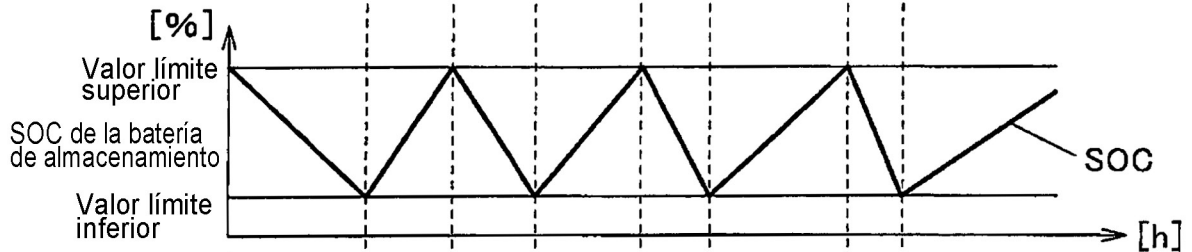


Fig. 7B

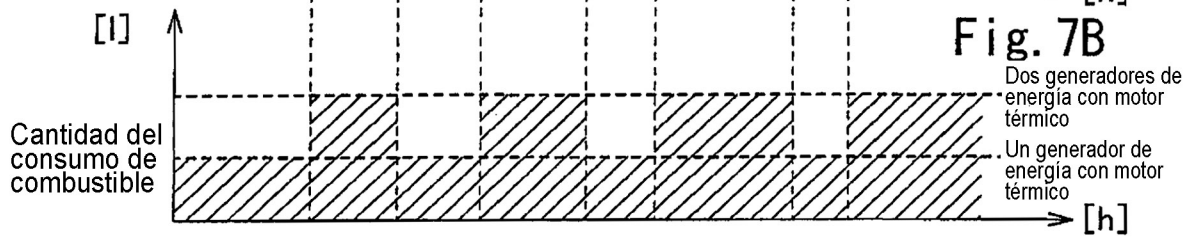


Fig. 7C

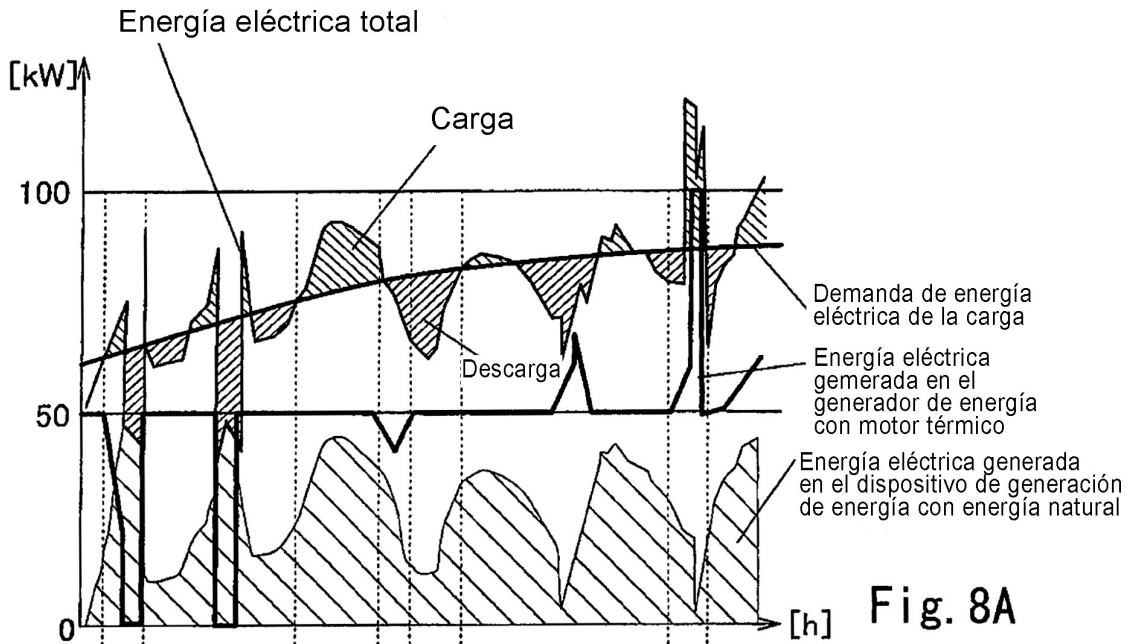


Fig. 8A

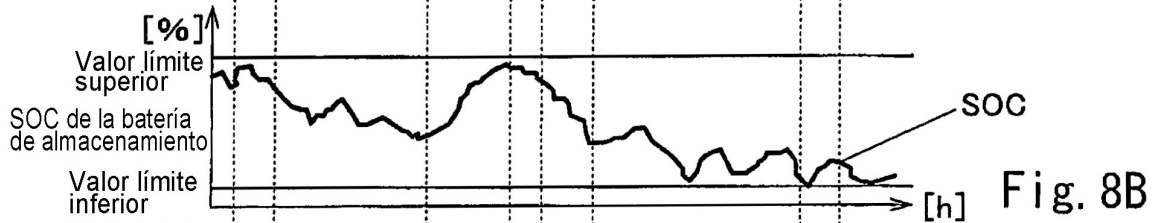


Fig. 8B

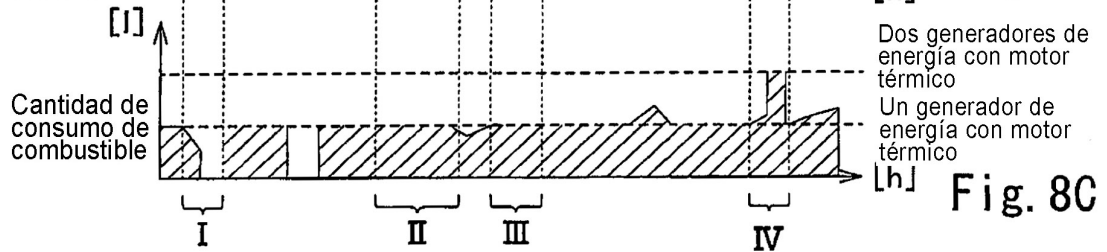


Fig. 8C

Dos generadores de energía con motor térmico
Un generador de energía con motor térmico

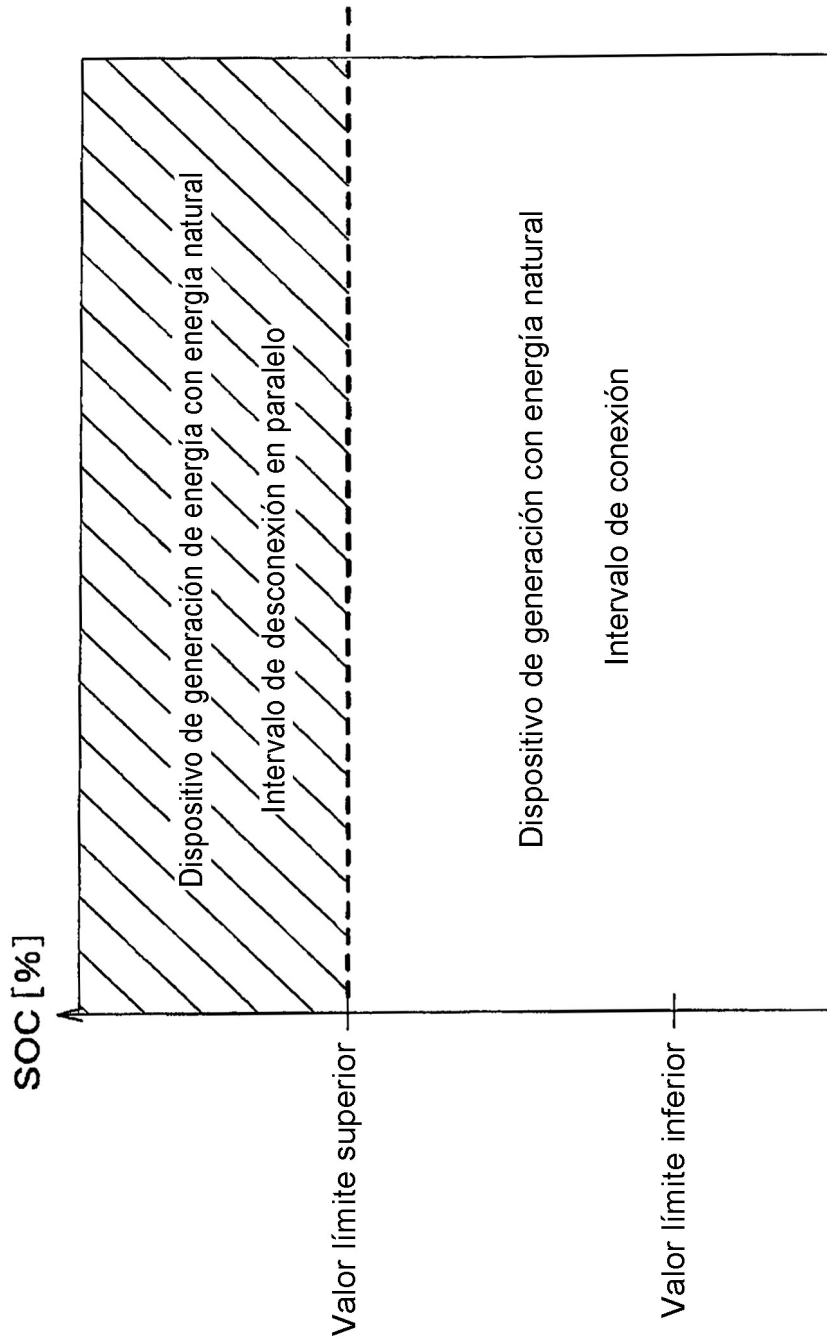


Fig. 9