

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 575**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

H02J 3/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2013 PCT/JP2013/067041**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014 WO14203388**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2013 E 13887235 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3012937**

54 Título: **Sistema de control para instalaciones de generación de energías renovables, método para controlar las mismas, y sistema de generación de energías renovables**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.09.2020

73 Titular/es:

HITACHI, LTD. (100.0%)
6-6, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8280, JP

72 Inventor/es:

UCHIYAMA NORIYUKI y
KONDOU SHINICHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 781 575 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 control para instalaciones de generación de energías renovables, método para controlar las mismas, y sistema de generación de energías renovables

- 5 Campo técnico
- La presente invención está relacionada con un sistema de control de equipos de generación de energía eléctrica renovable, un método de control del mismo y un sistema de generación de energía renovable, y, particularmente, con un sistema de control de equipos de generación de energía eléctrica renovable, un método de control del mismo y un sistema de generación de energía renovable que son adecuados para estabilización de frecuencia de una red de energía eléctrica en equipos de generación de energía eléctrica renovable que usan una fuente de energía renovable tal como energía eólica, calor solar y similares que se hace funcionar al conectarse a la red de energía eléctrica.
- 10
- 15 Antecedentes de la técnica
- En los últimos años, la introducción de equipos de generación de energía eléctrica renovable que usan una fuente de energía renovable tal como generación de energía eólica y generación de energía solar a una red de energía eléctrica ha avanzado como contramedida a la manifestación de cuestiones medioambientales globales que incluyen calentamiento global y lluvia ácida, agotamiento de recursos fósiles, garantizar la seguridad energética, y similares.
- 20
- En general, en una red de energía eléctrica, como se ilustra en la figura 1, se realizan control y funcionamiento para mantener una frecuencia dentro de un intervalo apropiado mediante control compartido que incluye funcionamiento libre de regulador de un generador, Control de Frecuencia de Carga (LFC), y Control Económico de Entrega de Carga (EDC) según un periodo de variación de carga.
- 25
- Reducción de estabilidad de frecuencia de la red de energía eléctrica se relaciona por las siguientes razones con un aumento en la introducción de los equipos de generación de energía eléctrica renovable descritos anteriormente. Primero, si se aumentan los equipos de generación de energía eléctrica renovable, se disminuye relativamente una ratio de capacidad del llamado suministro de energía de carga media y suministro de energía de carga pico tal como una estación de energía térmica y una estación de energía hidroeléctrica a la capacidad de todos los equipos de potencia. Así, ocurre una falta de capacidad de ajuste de suministro y demanda en la que no se mantiene un equilibrio de suministro y demanda. Es más, los equipos de generación de energía eléctrica renovable que usan generación de energía eólica, generación de energía solar, y similares, se conectan a la red de energía eléctrica a través de un convertidor de potencia en muchos casos. Así, una ratio de suministro de energía de una máquina tipo rotatorio que tiene inercia que va a ser conectada a la red de energía eléctrica se disminuye en respuesta a la disminución de suministro de energía de media carga descrito anteriormente, y de ese modo es más probable que la variación de frecuencia ocurra con variación de la carga.
- 30
- 35
- Particularmente, la reducción de estabilidad de frecuencia es un obstáculo cuando se expande la introducción de los equipos de generación de energía eléctrica renovable y esto es difícil de contrarrestar con únicamente equipos en la parte de red de energía eléctrica. Se considera importante que los equipos de generación de energía eléctrica renovable contribuyen al mantenimiento de frecuencia de la red de energía eléctrica en el futuro.
- 40
- La contribución de los equipos de generación de energía eléctrica renovable al mantenimiento de frecuencia de la red de energía eléctrica se describe en PTL 1. Una técnica en la que una salida de generación de energía eólica se ajusta en respuesta a un cambio en la frecuencia de la red de energía eléctrica y un cambio en la velocidad eólica contribuyendo de ese modo a la supresión de la variación de frecuencia de aproximadamente varios segundos se describe en PTL 1.
- 45
- 50 La patente europea EP 2 603 696 A1 un método para hacer funcionar un aerogenerador de carga parcial que suministra energía eléctrica a una red eléctrica que incluye monitorización de estabilidad de la red eléctrica y al detectar estabilidad reducida de red, cambiar el funcionamiento del aerogenerador al limitar fluctuaciones de coste de viento del suministro de energía activa a la red eléctrica o al reducir un límite ya existente a fluctuaciones del suministro de energía activo.
- 55
- En la patente europea EP 2 452 068 A2 un huerto eólico puede incluir una pluralidad de aerogeneradores de velocidad variable. Se puede configurar un controlador centralizado para ajustar selectivamente una respectiva potencia de salida eléctrica de cada uno de los aerogeneradores.
- 60
- En la patente europea EP 2 270 332 A1 se sugiere un método para hacer funcionar un aerogenerador para garantizar regulación primaria o secundaria en una red eléctrica. La frecuencia de red es controlada por medio de una reserva de potencia activa obtenida al interactuar de manera coordinada con la regulación de velocidad que actúa en la potencia generada o en el ángulo de paso.
- 65
- En el documento JP 2007 009804 A se describe un sistema de planificación para control de potencia de salida de una planta de energía eólica.

Lista de citas

Bibliografía de patentes
 5 PTL 1: JP-T-2013-501484

Compendio de la Invención

Problema técnico

10 En general, en variación de salida con un periodo de aproximadamente varios segundos por los equipos de generación de energía eléctrica renovable que usan generación de energía eólica, generación de energía solar, y similares, se puede esperar un efecto de suavización en el que variaciones se nivelan entre sí cuando se considera que se instalan equipos de generación de energía para ser distribuidos geográficamente de manera amplia. Así, no tiene un efecto significativo en la variación de frecuencia de la red de energía eléctrica. Por lo tanto, para que los
 15 equipos de generación de energía eléctrica renovable contribuyan al mantenimiento de frecuencia de la red de energía eléctrica, la manera más eficaz se considera suprimir la variación de frecuencia con un periodo de tiempo de varios minutos a varias decenas de minutos que es un objetivo de región de tiempo de la LFC.

20 Sin embargo, en la técnica descrita en PTL 1, el ajuste de salida se realiza al usar energía inercial proporcionada por palas de molino de viento y generadores de un sistema de generación de energía eólica. Así, la técnica puede contribuir a una supresión de la variación de frecuencia con un periodo de aproximadamente varios segundos, pero puesto que la energía inercial disponible es pequeña, existe el problema de que la técnica no puede soportar que el ajuste de salida contribuya a una supresión de la variación de frecuencia con un periodo de varios minutos o más que es una región de la LFC descrita anteriormente.

25 La invención se hace en vista de la situación anterior y un objeto de la invención es proporcionar un sistema de control de equipos de generación de energía eléctrica renovable, un método de control del mismo y un sistema de generación de energía renovable que puede contribuir a una supresión de la variación de frecuencia con un periodo de varios minutos a varias decenas de minutos que es una región de control de LFC sin usar equipos auxiliares tales como una batería.

Solución al problema

30 El objeto mencionado anteriormente es resuelto por la invención según las reivindicaciones independientes. Desarrollos preferidos adicionales se describen en las reivindicaciones dependientes.

Efectos ventajosos de la invención

35 Según la invención, existe el efecto de contribuir a la supresión de la variación de frecuencia con un periodo de varios minutos a varias decenas de minutos que es la región de control de la LFC sin usar equipos auxiliares tales como una batería.

Breve descripción de los dibujos

40 La figura 1 es un diagrama característico que ilustra tamaños de variaciones en periodos de tiempo de variación de carga de una red de energía eléctrica general.
 La figura 2 es un diagrama de configuración esquemática que ilustra el Ejemplo 1 de un sistema de control de
 45 equipos de generación de energía eléctrica renovable de la invención.
 La figura 3 es un diagrama que ilustra una configuración detallada de un dispositivo de control en el Ejemplo 1 del sistema de control de los equipos de generación de energía eléctrica renovable de la invención.
 La figura 4 es un diagrama de flujo de control del dispositivo de control en el Ejemplo 1 del sistema de control de los equipos de generación de energía eléctrica renovable de la invención.
 50 La figura 5 es un diagrama que describe un método de determinación de la restricción de salida en el Ejemplo 1 del sistema de control de los equipos de generación de energía eléctrica renovable de la invención.
 La figura 6 es un diagrama que describe un ejemplo de funcionamiento de control en el Ejemplo 1 del sistema de control de los equipos de generación de energía eléctrica renovable de la invención.
 La figura 7 es un diagrama que describe otro ejemplo de funcionamiento de control en el Ejemplo 1 del
 55 sistema de control de los equipos de generación de energía eléctrica renovable de la invención.
 La figura 8 es un diagrama de configuración esquemática que ilustra un sistema de generación de energía renovable que es el Ejemplo 2 de la invención.
 La figura 9 es un diagrama que ilustra una configuración detallada de un sistema de control en el sistema de generación de energía renovable que es el Ejemplo 2 de la invención.
 60 La figura 10 es un diagrama de flujo de control del sistema de control en el sistema de generación de energía renovable que es el Ejemplo 2 de la invención.
 La figura 11 es un diagrama que describe un ejemplo de funcionamiento de control en el sistema de generación de energía renovable que es el Ejemplo 2 de la invención.

65 Descripción de realizaciones

Más adelante en esta memoria, se describirá un sistema de control de equipos de generación de energía eléctrica

renovable, un método de control del mismo y un sistema de generación de energía renovable de la invención con referencia a ejemplos ilustrados. Además, para numerales de referencia, se usan los mismos numerales de referencia para los mismos componentes de configuración en cada vista.

5 Ejemplo 1

La figura 2 es un ejemplo de una configuración esquemática de equipos de generación de energía eléctrica renovable (más adelante en esta memoria, se les hace referencia como equipos de generación de energía RES) según una realización de la invención. Los equipos de generación de energía RES configurados de equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43, y equipos de generación de energía solar 51 de los que se cambian salidas de potencia en respuesta a condiciones meteorológicas se conectan a una red de energía eléctrica 1 que se forma al conectar equipos de generación a gran escala G1 y G2 de redes de energía eléctrica correspondientes a una estación de energía térmica, una estación de energía hidroeléctrica, y similares, y las subestaciones 21, 22, 23, 24 y 25 al usar una línea de transmisión de energía 3. La salida de potencia de cada unidad de los equipos de generación de energía RES se suministra a cada cliente (no ilustrado) conectado a la red de energía eléctrica a través de la línea de transmisión de energía 3.

Los equipos de generación de energía RES no tienen por qué ser instalados para estar concentrados dentro de un área particular y se instalan respectivamente estando distribuidos en ubicaciones en las que se proporciona buena situación eólica y condiciones de insolación. En la figura 2, como equipos de generación de energía RES por simplicidad únicamente se ilustran los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43, y los equipos de generación de energía solar 51, pero de hecho, se supone que más equipos de generación de energía RES se conectan a la red de energía eléctrica 1. Adicionalmente, como elementos que configuran los equipos de generación de energía RES y la red de energía eléctrica 1, se describe el número mínimo de elementos necesarios para describir la invención.

Los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 ilustrados en la vista se configuran de grupos de sistemas de generación de energía eólica 41a, 42a y 43a formados de una pluralidad de molinos de viento, generadores, convertidores de potencia de conexión, y similares, transformadores de conexión 41b, 42b y 43b para conectar los grupos de sistemas de generación de energía eólica 41a, 42a y 43a a la red de energía eléctrica 1, y dispositivos de control 40a, 40b y 40c que tienen funciones para calcular y transmitir órdenes de control para ajustar salidas de cada unidad de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43, basándose en salidas de potencia total de los grupos de sistemas de generación de energía eólica 41a, 42a y 43a, tensiones y corrientes que son medidas por detectores de tensión 41c, 42c y 43c, y detectores de corriente 41d, 42d y 43d que miden tensiones y corrientes de puntos de conexión (más adelante en esta memoria, se les hace referencia como puntos de conexión de red) de la red de energía eléctrica 1, y características meteorológicas (velocidad eólica, dirección eólica, temperatura de aire, y similares) que son medidas por un anemómetro y similares instalados en el molino de viento.

De manera similar, los equipos de generación de energía solar 51 se configuran de un sistema de generación de energía solar formado de una pluralidad de paneles solares 51a, un convertidor de potencia de conexión 51e, y similares, un transformador de conexión 51b para conectar la pluralidad de paneles solares 51a a la red de energía eléctrica 1, y un dispositivo de control 50 que tiene funciones para calcular y transmitir órdenes de control para ajustar una salida de los equipos de generación de energía solar 51, basándose en una salida de potencia del sistema de generación de energía solar, una tensión y una corriente que son medidas por un detector de tensión 51c y un detector de corriente 51d que mide una tensión y una corriente de un punto de conexión de la red de energía eléctrica 1, y características meteorológicas (cantidad de insolación, temperatura de aire, y similares) que son medidas por un medidor de cantidad de insolación y un termómetro instalado en el panel solar 51a.

La figura 3 ilustra un diagrama de configuración funcional del dispositivo de control 40a de los equipos de generación de energía eólica 41. Las configuraciones funcionales de los dispositivos de control 40b y 40c de los equipos de generación de energía eólica 42 y 43, y el dispositivo de control 50 de los equipos de generación de energía solar 51 también son similares y aquí se describen principalmente los equipos de generación de energía eólica 41.

Como se ilustra en la vista, el dispositivo de control 40a de los equipos de generación de energía eólica 41 se configura esquemáticamente de un dispositivo de cálculo de control 401 que calcula las órdenes de control transmitidas al grupo de sistemas de generación de energía eólica 41a, un dispositivo de almacenamiento de datos 405 que almacena la información de medición, un historial de las órdenes de control, y similares de los equipos de generación de energía eólica 41, un dispositivo de entrada 402 al que un operario introduce órdenes de funcionamiento, un dispositivo de exposición 403 en el que el operario comprueba situaciones de funcionamiento y similares, y un dispositivo de comunicación 404 para controlar la transmisión y la recepción de las órdenes de control y la información de medición. El dispositivo de comunicación 404 realiza comunicación de información con el grupo de sistemas de generación de energía eólica 41a a través de la línea de comunicación.

Es más, el dispositivo de cálculo de control 401 se configura de una sección de procesamiento de datos de medición 401a, una sección de cálculo de desviación de frecuencia 401b para calcular una desviación de frecuencia Δf a partir de una frecuencia f de la red de energía eléctrica 1 detectada de una forma de onda de tensión medida por el detector de tensión 41c, una sección de cálculo de aumento y disminución de salida de potencia esperada 401c que

calcula una salida de potencia esperada P_i^* y un valor de estado de aumento y disminución de los equipos de generación de energía eólica 41 a partir de una medida de velocidad eólica, una sección de cálculo de coeficiente de correlación 401d que calcula un coeficiente de correlación C_1 entre la desviación de frecuencia Δf y la salida de potencia esperada P_i^* , una sección de determinación de ajuste de salida 401e que realiza la determinación de si se realiza o no el ajuste de salida de los equipos de generación de energía eólica 41 por el coeficiente de correlación y el valor de estado de aumento y disminución de la salida de potencia esperada, y una sección de cálculo de orden de ajuste de salida 401f que calcula un valor de orden de ajuste de salida.

A continuación, se describirán flujos de procesamiento de los dispositivos de control 40a, 40b y 40c de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 con referencia a la figura 4.

Como se ilustra en la figura 4, primero, en la etapa S1, del dispositivo de almacenamiento de datos 405 se leen datos característicos eléctricos tales como la frecuencia de la red de energía eléctrica 1, la tensión y la corriente del punto de conexión, y los datos característicos meteorológicos tales como la velocidad eólica que es medida y transmitida periódicamente por los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43. En un caso de los equipos de generación de energía solar 51, en lugar de la velocidad eólica se lee la cantidad de insolación y la temperatura de aire.

En la etapa S2, se calcula la desviación de frecuencia Δf como diferencia con una frecuencia nominal f_0 en la Expresión (1) al usar la frecuencia f medida de la red de energía eléctrica 1.

$$\Delta f = f - f_0 \quad (1)$$

Aquí, f : valor de medición de la frecuencia (Hz)
 f_0 : frecuencia nominal de la red de energía eléctrica (Hz)

En la etapa S3, se calculan salidas de potencia esperada P_1^* , P_2^* y P_3^* en cada unidad de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 mediante la Expresión (2) al usar los datos de velocidad eólica medidos por los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 respectivamente.

$$P_i^* = (1/2) \cdot \rho \cdot A_i \cdot V^3 \cdot \eta_i \times m \times 10^6 \quad (2)$$

Aquí, P_i^* : salida de potencia esperada del i -ésimo equipo de generación de energía eólica (MW)
 ρ : densidad de aire (kg/m^3)
 A_i : área receptora de viento de las palas de molino de viento del i -ésimo equipo de generación de energía eólica (m^2)
 V_i : velocidad eólica medida en el i -ésimo equipo de generación de energía eólica (m/s)
 η_i : eficiencia de potencia del sistema de generación de energía eólica del i -ésimo equipo de generación de energía eólica (%)

Es más, se calcula el valor de estado de aumento y disminución ΔP_i^* de la salida de potencia esperada mediante la Expresión (3) al usar la salida de potencia esperada P_i^* y un promedio de desviación móvil $P_i^*_{ave}$ obtenido mediante la Expresión (2).

$$\Delta P_i^* = \phi (P_i^* - P_i^*_{ave}) \quad (3)$$

Aquí, $\Phi(x)$ es una función de símbolo que se define en la Expresión (4).

$$\phi(x) = \begin{cases} 1 & (x > \epsilon^+) \\ 0 & (\epsilon^- \leq x \leq \epsilon^+) \\ -1 & (x < \epsilon^-) \end{cases} \quad (4)$$

Aquí, ϵ^+ : valor límite superior de la zona muerta de la cantidad de cambio de la salida de potencia esperada
 ϵ^- : valor límite inferior de la zona muerta de la cantidad de cambio de la salida de potencia esperada
 La salida de potencia esperada P_i^* de los equipos de generación de energía solar 51 se calcula mediante la Expresión (5) al usar una cantidad de valor de medición de insolación S_r (W/m^2) y una temperatura exterior T_0 ($^{\circ}\text{C}$).

$$P_i^* = S_r \cdot K_s \cdot K_{pv} \cdot K_t (T_0) \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_{pcs} \times 10^{-3} \text{ (MW)} \quad (5)$$

Aquí, K_s : coeficiente de corrección de cantidad de insolación
 K_{pv} : coeficiente de conversión de capacidad de panel
 $K_t (T_0)$: coeficiente de corrección de temperatura

Kb: coeficiente de suciedad
 Kc: coeficiente de eficiencia de cable
 Kpcs: coeficiente de eficiencia de conversión de PCS

5 En la etapa S4, a fin de evaluar influencias de las salidas de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 a la variación de frecuencia de la red de energía eléctrica 1, se calcula un coeficiente de correlación C_i entre la desviación de frecuencia Δf de la red de energía eléctrica 1 y la salida de potencia esperada P_i^* de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 mediante la Expresión (6).

$$C_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\Delta f(k) - \overline{\Delta f})(P_i(k) - \overline{P_i})}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (\Delta f(k) - \overline{\Delta f})^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n (P_i(k) - \overline{P_i})^2}} \quad (6)$$

10

Aquí, Δf y P_i^* usan datos para el pasado punto n que vuelve desde el momento actual.

15 En la etapa S5, se determina si se realiza o no la restricción de salida o si se libera o no la restricción de salida en los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43. Primero, la restricción de salida se realiza únicamente cuando se satisfacen las siguientes tres condiciones.

$$\Delta f > \eta_{\Delta f p} \quad (7)$$

20 ($\eta_{\Delta f p}$: valor de determinación de detección de aumento en la frecuencia)

$$\Delta P_i^* > 0 \quad (8)$$

$$C_i > \eta_c$$

25 (η_c : valor de determinación de detección de la correlación positiva) (9)

Se describirá un método de determinación de la restricción de salida descrito anteriormente con referencia a la figura 5. La figura 5(a) ilustra un caso en el que existe una correlación positiva en la desviación de frecuencia Δf y una desviación ΔP_i^* de la salida de potencia esperada, la figura 5(b) ilustra un caso en el que no existe correlación en ambas, y la figura 5(c) ilustra un caso en el que existe una correlación negativa en ambas.

30 Si existe la correlación positiva de la figura 5(a), puesto que se satisfacen todas las Expresiones (7), (8) y (9), se inicia la restricción de salida en el momento de satisfacerse la Expresión (9). Como se ilustra en la figura 5(b), si no existe correlación en la desviación de frecuencia Δf y la desviación ΔP_i^* de la salida de potencia esperada, aunque se satisface la Expresión (7), P_i^* se cambia difícilmente con respecto a un cambio en la frecuencia y ΔP_i^* es sustancialmente cero. Así, Expresión (8) y Expresión (9) no se satisfacen, y no se realiza la restricción de salida. Es más, como se ilustra en la figura 5(c), si existe la correlación negativa en la desviación de frecuencia ΔP_i y la desviación ΔP_i^* de la salida de potencia esperada, aunque se satisface la Expresión (7), P_i^* por el contrario se reduce y ΔP_i^* es un valor negativo. Así, Expresión (8) y Expresión (9) no se satisfacen, y no se realiza la restricción de salida.

40 Es más, no se ilustra la liberación de la restricción de salida, como se indica en la Expresión (10), la restricción de salida se libera si la desviación de frecuencia Δf es menor que un valor umbral negativo $\eta_{\Delta f n}$.

$$\Delta f < \eta_{\Delta f n}$$

45 ($\eta_{\Delta f n}$: valor de determinación de detección de la disminución en la frecuencia) (10)

En la etapa S6, se calcula un objetivo de valor P_{i_tg} de la restricción de salida realizada en los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43. Por ejemplo, como se indica en la Expresión (11), se restringe una salida actual P_i de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 en una ratio predeterminada o un valor de salida mínimo predeterminado P_{i_min} puede ser el objetivo de valor de la restricción de salida.

$$P_{i_tg} = P_i \times \xi / m \quad (11)$$

55 Aquí, ξ : ratio ($0 < \xi < 1$)

m : número de sistemas de generación de energía eólica en equipos de generación de energía eólica 41

Finalmente, en la etapa S7, el objetivo de valor se trasmite a cada molino de viento de cada uno de los grupos de sistemas de generación de energía eólica 41a, 42a y 43a. En este caso, también se trasmite un valor límite superior de una tasa de cambio de salida que se ha definido por una cantidad de cambio de salida por unidad de tiempo. Esto es, por ejemplo, 10 %/20 minutos de la salida nominal como la tasa de cambio de salida en un proceso necesario para satisfacer condiciones de conexión de los equipos de generación de energía eólica.

La figura 6 ilustra un ejemplo de funcionamiento de control del sistema de control de los equipos de generación de energía eléctrica renovable en el Ejemplo 1 de la invención. Aquí, por facilidad de entendimiento, se supone y se describe un caso en el que dos equipos de generación de energía eólica 41 y 42 se conectan a la red de energía eléctrica 1.

La figura 6 es un ejemplo de un caso en el que la salida de potencia esperada P_1^* obtenida a partir de la velocidad eólica en los equipos de generación de energía eólica 41 se aumenta monótonamente desde una constante y una salida de potencia esperada P_2^* es sustancialmente constante en los equipos de generación de energía eólica 42. En los equipos de generación de energía eólica 41, se describe un funcionamiento de control de un caso en el que la frecuencia de la red de energía eléctrica 1 se aumenta con un aumento en la salida de potencia esperada P_1^* .

En el momento (a) indicado en la figura 6, se detecta que la desviación de frecuencia Δf supera el valor umbral positivo $\eta_{\Delta f p}$. En este caso, el coeficiente de correlación C_1 se empieza a aumentar desde cero, pero como se describe en la Expresión (6), puesto que el cálculo se realiza al usar los datos para el pasado punto n que vuelve desde el momento actual, la desviación de frecuencia Δf tiene características ligeramente retrasadas desde los cambios en Δf y P_1^* , y es menor que el valor umbral η_c en el tiempo.

A continuación, en el momento (b), se detecta que el coeficiente de correlación C_1 supera el valor umbral positivo η_c . En este caso, puesto que la salida de potencia esperada P_1^* tiende a ser aumentada y la desviación ΔP_1^* de la Expresión (3) es positiva, el sistema de generación de energía eólica que configura los equipos de generación de energía eólica 41 empieza la restricción de salida que tiende al objetivo de valor. La frecuencia de la red de energía eléctrica 1 empieza a ser reducida desde el momento (c) por la influencia. En el sistema de generación de energía eólica, la salida se reduce aún más que tiende al objetivo de valor.

En el momento (d), puesto que se detecta que la desviación de frecuencia Δf de la red de energía eléctrica 1 es menor que el valor umbral negativo se trasmite una orden de liberación de la restricción de salida al sistema de generación de energía eólica y, como resultado, se aumenta la salida P_1 de los equipos de generación de energía eólica 41 según la velocidad eólica. En este caso, en los equipos de generación de energía eólica 42 en los que la salida es sustancialmente constante, puesto que no se satisfacen las expresiones (8) y (9), no se aplica la restricción de salida.

Como se ha descrito anteriormente, según el ejemplo, cuando se aumenta la frecuencia de la red de energía eléctrica, la restricción de salida no se realiza en todos los equipos de generación de energía eólica y la restricción de salida se puede realizar únicamente en los equipos de generación de energía eólica que afectan al aumento en la frecuencia. Así, es posible contribuir a la supresión de la variación de frecuencia de la región LFC por ajuste de salida eficaz del mínimo requerido.

Se describirá otro ejemplo de funcionamiento de control del sistema de control de los equipos de generación de energía eléctrica renovable en el Ejemplo 1 de la invención con referencia a la figura 7. Similar a la figura 6, se supone y se describe un caso en el que dos equipos de generación de energía eólica 41 y 42 se conectan a la red de energía eléctrica. La figura 7 es un ejemplo de un caso en el que la salida de potencia esperada P_1^* obtenida a partir de la velocidad eólica en los equipos de generación de energía eólica 41 se aumenta monótonamente desde una constante, la salida de potencia esperada P_2^* se disminuye de manera sustancialmente monótona desde la constante y entonces se empieza a aumentar en los equipos de generación de energía eólica 42.

Primero, se supone un caso en el que la frecuencia de la red de energía eléctrica 1 se aumenta junto con el aumento en la salida de potencia esperada P_1^* de los equipos de generación de energía eólica 41 y se describe un funcionamiento de control en este momento.

En el momento (a) indicado en la figura 7, se detecta que la desviación de frecuencia Δf supera el valor umbral positivo $\eta_{\Delta f p}$. El coeficiente de correlación C_1 se empieza a aumentar desde cero, pero como se describe en la Expresión (6), puesto que el cálculo se realiza al usar los datos para el pasado punto n que vuelve desde el momento actual, la desviación de frecuencia Δf tiene características ligeramente retrasadas desde los cambios en Δf y P_1^* , y es menor que el valor umbral η_c en el tiempo.

A continuación, en el momento (b), se detecta que el coeficiente de correlación C_1 supera el valor umbral positivo η_c . En este caso, puesto que la salida de potencia esperada P_1^* tiende a ser aumentada y la desviación ΔP_1^* de la Expresión (3) es positiva, el sistema de generación de energía eólica que configura los equipos de generación de energía eólica 41 empieza la restricción de salida que tiende al objetivo de valor. La frecuencia de la red de energía eléctrica 1 empieza a ser reducida desde el momento (c) por la influencia. En el sistema de generación de energía

eólica, la salida se reduce aún más que tiende al objetivo de valor. Por otro lado, en los equipos de generación de energía eólica 42, no se satisfacen las expresiones (8) y (9), no se aplica la restricción de salida.

5 A continuación, en el momento (d), puesto que se empieza a aumentar la salida de los equipos de generación de energía eólica 42, se empieza a aumentar la frecuencia. En el momento (e), en los equipos de generación de energía eólica 42, puesto que un coeficiente de correlación C_2 supera el valor umbral positivo η_c y la salida de potencia esperada tiende a aumentarse, se inicia la restricción de salida. Como resultado, el aumento de frecuencia tiende a reducirse de nuevo y en el momento (d), se detecta que la desviación de frecuencia Δf de la red de energía eléctrica 1 es menor que el valor umbral negativo $\eta_{\Delta f}$. Así, la orden de liberación de la restricción de salida se
10 transmite al sistema de generación de energía eólica de los equipos de generación de energía eólica 41 y 42 y, como resultado, se aumentan las salidas P_1 y P_2 de los equipos de generación de energía eólica 41 y 42 según la velocidad eólica.

15 Como se ha descrito anteriormente, según el ejemplo, se ajusta la salida mientras la estación de generación de energía eólica realiza la restricción de salida o libera la restricción de salida de vez en cuando dependiendo de un grado de influencia para la cantidad de generación de potencia esperada por la velocidad eólica en el aumento en la frecuencia de la red de energía eléctrica. Así, similar a la figura 6, es posible contribuir a la supresión de la variación de frecuencia de la región LFC por ajuste de salida eficaz del mínimo requerido.

20 Según el ejemplo descrito anteriormente, se impide y se suprime excesiva restricción de salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable sin usar equipos auxiliares tal como batería con respecto a la variación de frecuencia de la región LFC de varios minutos o más, que es lo más eficaz en el mantenimiento de frecuencia de la red de energía eléctrica y al que el ajuste de salida de un periodo de aproximadamente varios segundos de la único sistema de generación de energía eólica que es la técnica relacionada no se puede corresponder.

25 [Ejemplo 2]
A continuación, se describirá un sistema de generación de energía renovable que incluye una pluralidad de grupos de generación de energía RES, que es el Ejemplo 2 de la invención, con referencia a las figuras 8 y 9.

30 La figura 8 es un ejemplo de una configuración esquemática del sistema de generación de energía renovable que incluye los grupos de generación de energía RES.

35 Como se ilustra en la figura 8, los equipos de generación de energía RES formados de equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43, y un equipo de generación de energía solar 51 de los que se cambian salidas de potencia en respuesta a condiciones meteorológicas se conectan a una red de energía eléctrica 1 que se forma al conectar equipos de generación a gran escala G1 y G2 correspondientes a una estación de energía térmica, una estación de energía hidroeléctrica, y similares, y las subestaciones 21, 22, 23, 24, y 25 mediante una línea de transmisión de energía 3. La salida de potencia de cada unidad de los equipos de generación de energía RES se suministra a cada cliente (no ilustrado) conectado a la red de energía eléctrica 1 a través de una línea de transmisión de energía 3. Los
40 equipos de generación de energía RES no tienen por qué ser instalados para estar concentrados dentro de un área particular y se instalan respectivamente estando distribuidos en ubicaciones en las que se proporciona buenas situaciones eólica y condiciones de insolación.

45 En la figura 8, como equipos de generación de energía RES, únicamente se ilustran los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 y los equipos de generación de energía solar 51, pero de hecho, se supone que se conectan más pluralidad de equipos de generación de energía. Adicionalmente, como elementos que configuran el sistema de generación de energía renovable y la red de energía eléctrica 1, se describe el mínimo número de elementos necesario para describir la invención.

50 Los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 ilustrados en la vista se configuran de grupos de sistemas de generación de energía eólica 41a, 42a y 43a formados de una pluralidad de molinos de viento, generadores, convertidores de potencia de conexión, y similares, transformadores de conexión 41b, 42b y 43b para conectar los grupos de sistemas de generación de energía eólica 41a, 42a y 43a a la red de energía eléctrica 1, y dispositivos de control 40a, 40b y 40c que tienen funciones para calcular y transmitir órdenes de control para ajustar salidas de cada
55 unidad de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43, basándose en salidas de potencia total de los grupos de sistemas de generación de energía eólica 41a, 42a y 43a, tensiones y corrientes que son medidas por detectores de tensión 41c, 42c y 43c, y detectores de corriente 41d, 42d y 43d que miden tensiones y corrientes de puntos de conexión (más adelante en esta memoria, se les hace referencia como puntos de conexión de red eléctrica) de la red de energía eléctrica 1, y características meteorológicas (velocidad eólica, dirección eólica, temperatura de aire, y similares).
60

De manera similar, los equipos de generación de energía solar 51 se configuran de un sistema de generación de energía solar formado de una pluralidad de paneles solares 51a, un transformador de conexión 51b para conectar la pluralidad de paneles solares 51a a la red de energía eléctrica 1, un detector de tensión 51c y un detector de corriente 51d que miden salidas de generación de energía total de la pluralidad de paneles solares 51a, y las tensiones y las corrientes de los puntos de conexión a la red de energía eléctrica 1, un convertidor de potencia de
65

conexión 51e, y similares, y un dispositivo de control 50 que tiene funciones para calcular y transmitir órdenes de control para ajustar una salida de los equipos de generación de energía solar 51, basándose en una salida de potencia del sistema de generación de energía solar, características eléctricas tales como la tensión del punto de conexión de red eléctrica, y características meteorológicas (cantidad de insolación, temperatura de aire, y similares).

5 Además, los dispositivos de control 40a, 40b, 40c y 50 del ejemplo tienen configuración similar a los dispositivos de control descritos en el Ejemplo 1.

10 Los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43, y los equipos de generación de energía solar 51 que configuran los grupos de equipos de generación de energía RES se conectan a un sistema de control 6 de los grupos de equipos de generación de energía RES a través de una línea de comunicación 7. La entrada y la salida de información entre cada unidad de los equipos de generación de energía 41, 42, 43 y 51, y el sistema de control 6 se realizan a través de la línea de comunicación 7.

15 La figura 9 ilustra un diagrama de configuración funcional del sistema de control 6 de los grupos de equipos de generación de energía RES. Como se ilustra en la vista, el sistema de control 6 de los grupos de equipos de generación de energía RES del ejemplo se configura de un dispositivo de cálculo de control 61 que calcula las órdenes de control transmitidas a los dispositivos de control 40a, 40b, 40c, y 50 de los grupos de equipos de generación de energía RES, un dispositivo de almacenamiento de datos 65 que almacena la información de medición, un historial de las órdenes de control, y similares de los grupos de equipos de generación de energía RES, un dispositivo de entrada 62 en el que un operario introduce órdenes de funcionamiento, un dispositivo de exposición 20 63 en el que el operario comprueba situaciones de funcionamiento y similares, y un dispositivo de comunicación 64 para controlar la transmisión y la recepción de las órdenes de control y la información de medición. El dispositivo de comunicación 64 realiza comunicación de información con los grupos de equipos de generación de energía RES a través de la línea de comunicación 7.

Es más, el dispositivo de cálculo de control 61 se configura de una sección de procesamiento de datos de medición 61a, una sección de cálculo de desviación de frecuencia 61b para tener como salida una desviación de frecuencia Δf a partir de una frecuencia f de la red de energía eléctrica 1, una sección de cálculo de aumento y disminución de salida de potencia esperada 61c que calcula una salida de potencia esperada P_i^* y un estado de aumento y disminución de los equipos de generación de energía eólica 41 a partir de una medida de velocidad eólica, una sección de cálculo de coeficiente de correlación 61d que tiene como salida un coeficiente de correlación C_i entre la desviación de frecuencia Δf y la salida de potencia esperada P_i^* , una sección de determinación de ajuste de salida 61e que realiza la determinación de si se realiza o no el ajuste de salida de los equipos de generación de energía eólica 41 mediante el coeficiente de correlación y el estado de aumento y disminución de la salida de potencia esperada, una sección de cálculo de orden de ajuste de salida 61f que tiene como salida un valor de orden de ajuste de salida, una sección de cálculo de cantidad de restricción de salida acumulada 61g que tiene como salida el valor acumulativo de la cantidad de potencia en la que se realiza la restricción de salida de cada unidad de los equipos de generación de energía RES.

40 A continuación, se describirán flujos de procesamiento en el sistema de control 6 de los grupos de equipos de generación de energía RES con referencia a la figura 10.

45 Como se ilustra en la figura 10, primero, en la etapa S1, datos característicos eléctricos tales como la frecuencia de la red de energía eléctrica 1, la tensión, y la corriente del punto de conexión, y los datos característicos meteorológicos tales como la velocidad eólica de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43, la cantidad de insolación, y la temperatura de aire de los equipos de generación de energía solar 51 que son medidos periódicamente por cada unidad de los equipos de generación de energía RES se leen del dispositivo de almacenamiento de datos 65.

50 En la etapa S2, se calcula la desviación de frecuencia Δf como diferencia con una frecuencia nominal f_0 en la Expresión (1) descrita anteriormente al usar la frecuencia f medida de la red de energía eléctrica 1.

55 En la etapa S3, se calcula una salida de potencia esperada P_i^* de cada unidad de los equipos de generación de energía RES. En cada unidad de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43, se calcula la salida de potencia esperada mediante la Expresión (2) al usar los datos de velocidad eólica medidos por los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 respectivamente. En los equipos de generación de energía solar 51, se realiza un cálculo mediante la Expresión (5) descrita anteriormente al usar la cantidad de valor de medición de insolación S_r (W/m^2) y la temperatura exterior a ($^{\circ}C$). Es más, la desviación ΔP_i^* que indica el estado de aumento y disminución de la salida de potencia esperada se calcula mediante la Expresión (3) descrita anteriormente al usar la salida de potencia esperada P_i^* obtenida en la Expresión (2) y un promedio de desviación móvil $P_i^*_{ave}$.

60 En la etapa S4, a fin de evaluar influencias de salidas de los equipos de generación de energía eólica 41, 42 y 43 a la variación de frecuencia de la red de energía eléctrica 1, se calcula un coeficiente de correlación C_i entre la desviación de frecuencia Δf de la red de energía eléctrica 1 y la salida de potencia esperada P_i^* de los equipos de generación de energía RES mediante la Expresión (6) descrita anteriormente.

5 En la etapa S5, se calcula un valor acumulativo P_i_loss de la cantidad de potencia que no se puede sacar al realizar la restricción de salida en cada unidad de los equipos de generación de energía RES mediante la Expresión (12). Esto es, representa que los equipos de generación de energía RES que tienen gran valor de P_i_loss contribuyen a la supresión de la variación de frecuencia.

$$P_i_loss = \int_0^t (P_i * -P_i) d\tau \quad (12)$$

10 En la etapa S6, se determina si se realiza o no la restricción de salida o si se libera o no la restricción de salida en cada unidad de los equipos de generación de energía RES. Primero, similar a figura 4, la restricción de salida se realiza únicamente en un caso en el que se satisfacen tres condiciones indicadas en las expresiones (7), (8) y (9) descritas anteriormente.

15 En la etapa S7, se calcula un objetivo de valor P_i_tg de la restricción de salida que se realiza en los equipos de generación de energía RES. Por ejemplo, como se indica en la Expresión (11) descrita anteriormente, una salida actual P_i de los equipos de generación de energía eólica se restringe con una ratio predeterminada. De otro modo, un valor predeterminado de salida mínimo P_i_min puede ser el objetivo de valor de la restricción de salida. En este caso, si la salida actual P_i de los equipos de generación de energía eólica se restringe en una ratio predeterminada mediante la Expresión (11), se aumenta la ratio ξ ($0 < \xi < 1$) de la Expresión (11) de manera que se aumenta la cantidad de restricción de salida ya que los equipos de generación de energía RES tienen un pequeño valor acumulativo P_i_loss de la cantidad de potencia de la restricción de salida de cada unidad de los equipos de generación de energía RES calculada en la Expresión (12). De manera similar, si un valor predeterminado de salida mínimo P_i_min es el objetivo de valor de la restricción de salida, se disminuye el valor de P_i_loss de manera que se aumenta la cantidad de restricción de salida ya que los equipos de generación de energía RES tienen un pequeño valor acumulativo P_i_loss de la cantidad de potencia de la restricción de salida.

30 Finalmente, en la etapa S8, el objetivo de valor se transmite a cada unidad de los equipos de generación de energía RES. En este caso, también se transmite un valor límite superior de una tasa de cambio de salida que se ha definido por una cantidad de cambio de salida por unidad de tiempo. Esto es, por ejemplo, 10 %/20 minutos de la salida nominal como la tasa de cambio de salida en un proceso necesario para satisfacer condiciones de conexión de los equipos de generación de energía eólica.

35 Se describirá un ejemplo de funcionamiento de control del sistema de control 6 de los grupos de equipos de generación de energía RES en el Ejemplo 2 de la invención con referencia a la figura 11. Aquí, por facilidad de entendimiento, se supone y se describe un caso en el que dos equipos de generación de energía eólica 41 y 42 se conectan a la red de energía eléctrica 1.

40 La figura 11(a) es un ejemplo de un caso en el que un total de salidas de potencia esperada $\sum P_i^*$ de los grupos de equipos de generación de energía RES se aumenta monótonamente desde una constante cuando se aumenta la frecuencia de la red de energía eléctrica 1.

45 Primero, en el momento (a), se detecta que la desviación de frecuencia Δf supera el valor umbral positivo $\eta_{\Delta f p}$. El coeficiente de correlación C_i entre la desviación de frecuencia y el total de salidas de potencia esperada $\sum P_i^*$ de los grupos de estaciones de generación de energía RES se empieza a aumentar desde cero, pero como se describe en la Expresión (6), puesto que se realiza un cálculo al usar los datos para el pasado punto n volviendo desde el momento actual, la desviación de frecuencia Δf tiene características ligeramente retrasadas desde los cambios en Δf y $\sum P_i^*$, y es menor que el valor umbral η_c en el momento.

50 A continuación, en el momento (b), se detecta que el coeficiente de correlación C_i supera el valor umbral positivo η_c . En este caso, puesto que el total de salida de potencia esperada $\sum P_i^*$ tiende a ser aumentado y la desviación ΔP_i^* de la Expresión (3) es positiva, los equipos de generación de energía eólica 41 y los equipos de generación de energía eólica 42, en los que las salidas tienden a ser aumentadas, inician la restricción de salida que tienden al objetivo de valor. La frecuencia de la red de energía eléctrica se empieza a ser reducida desde el momento (c) por la influencia. En el sistema de generación de energía eólica, la salida se reduce aún más que tiende al objetivo de valor.

60 En el momento (d), como se detecta que la desviación de frecuencia Δf de la red de energía eléctrica 1 es menor que el valor umbral negativo $\eta_{\Delta f n}$, se transmite una orden de liberación de la restricción de salida al sistema de generación de energía eólica 41 y los equipos de generación de energía eólica 42 que configuran los grupos de equipos de generación de energía RES y, como resultado, las salidas P_1 y P_2 de los equipos de generación de energía eólica 41 y 42 se aumentan según la velocidad eólica.

La figura 11(b) es un ejemplo de un caso en el que aspectos de los cambios de salida son diferentes en los equipos de generación de energía eólica 41 y los equipos de generación de energía eólica 42 que configuran los grupos de equipos de generación de energía RES. Específicamente, los equipos de generación de energía eólica 41 se aumentan monótonamente y los equipos de generación de energía eólica 42 se disminuyen monótonamente. En este caso, ambos cambios de salida están desviados entre sí y entonces el total de salidas de potencia esperada $\sum P_i^*$ de los grupos de equipos de generación de energía RES es sustancialmente constante. En este caso, puesto que la frecuencia de la red de energía eléctrica 1 y el total de salidas de potencia esperada no están correlacionados, no ocurre la restricción de salida. Como grupos de equipos de generación de energía RES, esto se puede denominar control apropiado porque no afecta al aumento de frecuencia de la red de energía eléctrica 1.

Según el ejemplo descrito anteriormente, por supuesto, se obtienen los mismos efectos que los del Ejemplo 1 y es posible suprimir las cantidades totales de restricción de salida y contribuir al mantenimiento de la frecuencia comparado con un caso en el que se determina si se necesita la restricción de salida en cada unidad de los equipos de generación de energía RES descritos en las figuras 6 y 7.

Además, la invención definida no se limita a los ejemplos descritos anteriormente e incluye diversas modificaciones. Por ejemplo, los ejemplos descritos anteriormente son los descritos en detalle a fin de describir clara y fácilmente la invención y no se pretende que estén limitados a todas las configuraciones necesarias descritas. Es más, es posible sustituir una parte de la configuración de un ejemplo en la configuración de otro ejemplo y es posible para añadir la configuración de otro ejemplo a la configuración de un ejemplo. Es más, es posible hacer adición, eliminación y sustitución de otras configuraciones a una parte de la configuración de cada ejemplo.

Lista de signos de referencia

1 ••• red de energía eléctrica, 3 ••• línea de transmisión de energía, 6 ••• sistema de control de grupo de equipos de generación de energía eléctrica renovable, 7 ••• línea de comunicación, 21, 22, 23, 24, 25 ••• subestación, 40a, 40b, 40c ••• dispositivo de control de equipos de generación de energía eólica, 41, 42, 43 ••• equipos de generación de energía eólica, 41a, 42a, 43a ••• grupo de sistemas de generación de energía eólica, 41b, 42b, 43b ••• transformador de conexión, 41c, 42c, 43c ••• detector de tensión, 41d, 42d, 43d ••• detector de corriente, 50 ••• dispositivo de control de equipos de generación de energía solar, 51 ••• equipos de generación de energía solar, 51a ••• panel solar, 51b ••• transformador de conexión, 51c ••• detector de tensión, 51d ••• detector de corriente, 51e ••• convertidor de potencia de conexión, 61, 401 ••• dispositivo de cálculo de control, 61a, 401a ••• sección de procesamiento de datos de medición, 61b, 401b ••• sección de cálculo de desviación de frecuencia, 61c, 401c ••• sección de cálculo de aumento y disminución de salida de potencia esperada, 61d, 401d ••• sección de cálculo de coeficiente de correlación, 61e, 401e ••• sección de determinación de ajuste de salida, 61f, 401f ••• sección de cálculo de orden de ajuste de salida, 61g ••• sección de cálculo de cantidad de restricción de salida acumulada, 62, 402 ••• dispositivo de entrada, 63, 403 ••• dispositivo de exposición, 64, 404 ••• dispositivo de comunicación, 65, 405 ••• dispositivo de almacenamiento de datos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control (6) para equipos de generación de energía eléctrica renovable, que se configura para controlar equipos de generación de energía eléctrica renovable que incluye una pluralidad de dispositivos de generación de energía que generan energía al usar fuentes de energía renovable y en el que la pluralidad de dispositivos de generación de energía se hacen funcionar al ser conectados a una red de energía eléctrica (1), el sistema de control (6) comprende:
- una unidad de medición que se configura para medir una frecuencia de la red de energía eléctrica (1);
 - una unidad de medición que se configura para medir características meteorológicas de los equipos de generación de energía eléctrica renovable;
 - una unidad de cálculo que se configura para calcular la desviación de frecuencia de la red de energía eléctrica (1);
- el sistema de control (6) caracterizado por comprender además:
- una unidad de cálculo que se configura para calcular una salida de potencia esperada de los equipos de generación de energía eléctrica renovable basándose en las características meteorológicas medidas por la unidad de medición y para calcular un valor de estado de aumento y disminución de la misma basándose en las características meteorológicas medidas por la unidad de medición que se configura para medir características meteorológicas de los equipos de generación de energía eléctrica renovable;
 - una unidad de cálculo que se configura para calcular un coeficiente de correlación entre la desviación de frecuencia de la red de energía eléctrica (1) y la salida de potencia esperada de los equipos de generación de energía eléctrica renovable; y
 - una unidad de determinación que se configura para determinar si se necesita o no el ajuste de salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable al usar el coeficiente de correlación entre la desviación de frecuencia y la salida de potencia esperada, y el valor de estado de aumento y disminución de la salida de potencia esperada;
- en donde el sistema de control (6) se configura de manera que se restringe una salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable en caso de que la unidad de determinación determine que se necesita el ajuste de salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable, cuando la desviación de frecuencia supera un valor umbral positivo predeterminado, el coeficiente de correlación supera un valor umbral positivo, y la salida de potencia esperada está en un estado creciente, y el sistema de control (6) se configura además de manera que cuando la desviación de frecuencia es menor que un valor umbral negativo predeterminado, se libera una restricción de salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable.
2. Un sistema de generación de energía renovable que comprende equipos de generación de energía eléctrica renovable que incluye una pluralidad de dispositivos de generación de energía renovable conectados a una red de energía eléctrica (1) y el sistema de control para equipos de generación de energía eléctrica renovable según la reivindicación 1.
3. El sistema de generación de energía renovable según la reivindicación 2, en donde la pluralidad de dispositivos de generación de energía son equipos de generación de energía eólica (41, 42, 43), y en donde los equipos de generación de energía eólica incluye un sistema de generación de energía eólica (41a, 42a, 43a) que se forma de al menos una pluralidad de molinos de viento, generadores y un convertidor de potencia de conexión, un transformador de conexión (41b, 42b, 43b, 51b) para conectar el sistema de generación de energía eólica (41a, 42a, 43a) a la red de energía eléctrica (1), un detector de tensión (41c, 42c, 43c, 51c) y un detector de corriente (41d, 42d, 43d, 51d) que se configuran para medir una tensión y una corriente de un punto de conexión a la red de energía eléctrica (1), y un dispositivo de control que tiene una función de calcular y transmitir órdenes de control para ajustar una salida de los equipos de generación de energía eólica (41, 42, 43) basándose en la tensión y la corriente que son medidas por el detector de tensión 41c, 42c, 43c, 51c) y el detector de corriente (41d, 42d, 43d, 51d), una salida de generación de potencia del sistema de generación de energía eólica (41a, 42a, 43a), y al menos una velocidad eólica.
4. El sistema de generación de energía renovable según la reivindicación 2, en donde la pluralidad de dispositivos de generación de energía son equipos de generación de energía solar (51), y en donde los equipos de generación de energía solar (51) incluyen una pluralidad de paneles solares (51a), un transformador de conexión (41b, 42b, 43b, 51b) para conectar la paneles solares (51a) a la red de energía eléctrica (1), un detector de tensión (41c, 42c, 43c, 51c) y un detector de corriente (41d, 42d, 43d, 51d) que se configuran para medir una tensión y una corriente de un punto de conexión a la red de energía eléctrica (1), un dispositivo de control que tiene una función de calcular y transmitir órdenes de control para ajustar una salida de los equipos de generación de energía solar (51) basándose en la tensión y la corriente que son medidas por el detector de tensión (41c, 42c, 43c, 51c) y el detector de corriente (41d, 42d, 43d, 51d), una salida de generación de potencia de la paneles solares (51a), una cantidad de insolación, y una temperatura de aire.

5. El sistema de generación de energía renovable según la reivindicación 3 o 4, en donde el dispositivo de control (40a, 40b, 40c, 50) comprende un dispositivo de cálculo de control (61, 401) que se adopta para calcular las órdenes de control que van a ser transmitidas a los equipos de generación de energía eólica (41, 42, 43) o los equipos de generación de energía solar (51), un dispositivo de almacenamiento de datos (65, 405) que se configura para almacenar información de medición y/o un historial de las órdenes de control de los equipos de generación de energía eólica (41, 42, 43) o los equipos de generación de energía solar (51), un dispositivo de entrada (62, 402) al que un operario introduce órdenes de funcionamiento, un dispositivo de exposición (63, 403) en el que el operario comprueba situaciones de funcionamiento, y un dispositivo de comunicación (64, 404) para controlar la transmisión y la recepción de la información de medición y/o las órdenes de control de los equipos de generación de energía eólica (41, 42, 43) o los equipos de generación de energía solar (51).

6. El sistema de generación de energía renovable según la reivindicación 5, en donde el dispositivo de cálculo de control (61, 401) comprende una sección de procesamiento de datos de medición (61a, 401a) que se adapta para procesar datos desde el dispositivo de almacenamiento de datos (65, 405), una sección de cálculo de desviación de frecuencia (61b, 401b) para calcular la desviación de frecuencia desde una frecuencia de la red de energía eléctrica (1) que es procesada por la sección de procesamiento de datos de medición (61a, 401a), una sección de cálculo de aumento y disminución de salida de potencia esperada (61c, 401c) que se configura para calcular la salida de potencia esperada de los equipos de generación de energía eólica (41, 42, 43) o los equipos de generación de energía solar (51) y el valor de estado de aumento y disminución de la misma a partir de la velocidad eólica o la cantidad de insolación y la temperatura de aire procesados en la sección de procesamiento de datos de medición, una sección de cálculo de coeficiente de correlación (61d, 401d) que se configura para calcular el coeficiente de correlación entre la desviación de frecuencia calculada por la sección de cálculo de desviación de frecuencia (61b, 401b) y la salida de potencia esperada calculada por la sección de cálculo de aumento y disminución de salida de potencia esperada (61c, 401c), una sección de determinación de ajuste de salida (61e, 401e) que se configura para realizar determinación sobre si se realiza o no el ajuste de salida de los equipos de generación de energía eólica (41, 42, 43) o los equipos de generación de energía solar (51) al usar el coeficiente de correlación calculado por la sección de cálculo de coeficiente de correlación (61d, 401d) y el valor de estado de aumento y disminución calculado por la sección de cálculo de aumento y disminución de salida de potencia esperada (61c, 401c), y una sección de cálculo de orden de ajuste de salida (61f, 401f) que se configura para calcular un valor de orden de ajuste de salida de la sección de determinación de ajuste de salida (61e, 401e).

7. El sistema de generación de energía renovable según la reivindicación 2, en donde la pluralidad de dispositivos de generación de energía renovable se conectan al sistema de control (6) a través de una línea de comunicación (7), en donde la unidad de medición se configura para medir características meteorológicas de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable, la unidad de cálculo se configura para calcular una salida de potencia esperada de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable y un valor de estado de aumento y disminución de la misma basándose en las características meteorológicas medidas por la unidad de medición, la unidad de cálculo se configura para calcular un coeficiente de correlación entre la desviación de frecuencia de la red de energía eléctrica (1) y la salida de potencia esperada de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable, y la unidad de determinación se configura para determinar si se necesita o no ajuste de salida de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable al usar el coeficiente de correlación entre la desviación de frecuencia y la salida de potencia esperada, y el valor de estado de aumento y disminución de la salida de potencia esperada.

8. El sistema de generación de energía renovable según la reivindicación 7, en donde el sistema de control (6) se configura de manera que se restringe una salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable en caso de que la unidad de determinación determine que se necesita el ajuste de salida de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable, cuando la desviación de frecuencia supera un valor umbral positivo predeterminado, el coeficiente de correlación supera un valor umbral positivo, y la salida de potencia esperada está en un estado creciente, y el sistema de control (6) se configura además de manera que cuando la desviación de frecuencia es menor que un valor umbral negativo predeterminado, se libera la restricción de salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable.

9. El sistema de generación de energía renovable según la reivindicación 7 u 8, en donde se determinan prioridades de los equipos de generación de energía eléctrica renovable que realiza la restricción de salida al usar un valor integrado de una cantidad de restricción de salida de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable.

10. El sistema de generación de energía renovable según la reivindicación 2, en donde la pluralidad de equipos de generación de energía eléctrica renovable se conectan al sistema de control (6) a través de la línea de comunicación (7), y en donde el sistema de control (6) comprende un dispositivo de cálculo de control (61, 401) que se configura para calcular órdenes de control que van a ser transmitidas a cada unidad de los equipos de generación de energía

eléctrica renovable, un dispositivo de almacenamiento de datos (65, 405) que se configura para almacenar información de medición y/o un historial de las órdenes de control de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable, un dispositivo de entrada (62, 402) configurado para recibir órdenes de funcionamiento de un operario, un dispositivo de exposición (63, 403) que permite al operario comprobar situaciones de funcionamiento, y un dispositivo de comunicación (64, 404) para controlar la transmisión y la recepción de la información de medición y/o las órdenes de control de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable.

11. El sistema de generación de energía renovable según la reivindicación 10,

en donde el dispositivo de cálculo de control (61, 401) comprende una sección de procesamiento de datos de medición que se configura para procesar datos del dispositivo de almacenamiento de datos (65, 405), una sección de cálculo de desviación de frecuencia (61b, 401b) para calcular la desviación de frecuencia de una frecuencia de la red de energía eléctrica (1) que es procesada por la sección de procesamiento de datos de medición (61a, 401a), una sección de cálculo de aumento y disminución de salida de potencia esperada (61c, 401c) que se configura para calcular la salida de potencia esperada de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable y el valor de estado de aumento y disminución de la misma a partir de características meteorológicas de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable procesado en la sección de procesamiento de datos de medición (61a, 401a), una sección de cálculo de coeficiente de correlación (61d, 401d) que se configura para calcular el coeficiente de correlación entre la desviación de frecuencia calculada por la sección de cálculo de desviación de frecuencia (61b, 401b) y la salida de potencia esperada calculada por la sección de cálculo de aumento y disminución de salida de potencia esperada (61c, 401c), una sección de determinación de ajuste de salida (61e, 401e) que se configura para realizar determinación sobre si se realiza el ajuste de salida de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable al usar el coeficiente de correlación calculado por la sección de cálculo de coeficiente de correlación (61d, 401d) y el valor de estado de aumento y disminución calculado por la sección de cálculo de aumento y disminución de salida de potencia esperada (61c, 401c), una sección de cálculo de orden de ajuste de salida (61f, 401f) que se configura para calcular un valor de orden de ajuste de salida de la sección de determinación de ajuste de salida (61e, 401e), y una sección de cálculo de cantidad de restricción de salida acumulativa (62, 402) que se configura para calcular un valor acumulativo de una cantidad de potencia de cada unidad de los equipos de generación de energía eléctrica renovable que está restringida en salida.

12. Un método de control para equipos de generación de energía eléctrica renovable, que controla equipos de generación de energía eléctrica renovable que incluyen una pluralidad de dispositivos de generación de energía que generan energía al usar fuentes de energía renovable y en los que la pluralidad de dispositivos de generación de energía se hacen funcionar al ser conectados a una red de energía eléctrica (1), el método de control comprende:

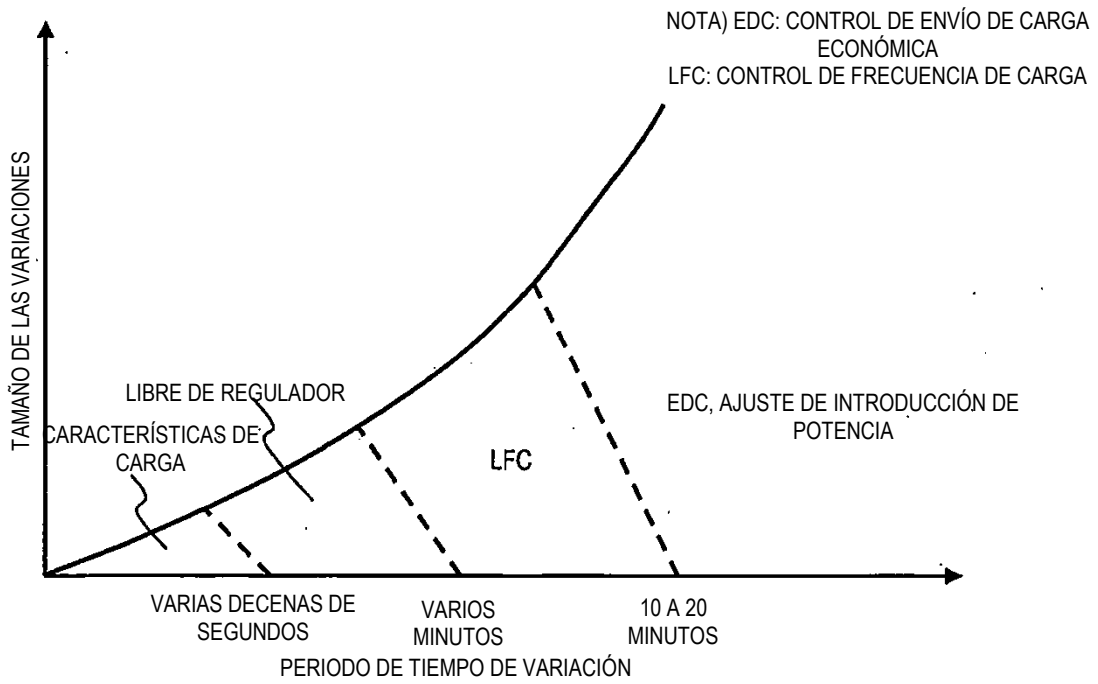
calcular una salida de potencia esperada de los equipos de generación de energía eléctrica renovable y un valor de estado de aumento y disminución de la misma al usar una unidad de cálculo que calcula la salida de potencia esperada de los equipos de generación de energía eléctrica renovable y el valor de estado de aumento y disminución de la misma basándose en características meteorológicas medidas por una unidad de medición que mide las características meteorológicas de los equipos de generación de energía eléctrica renovable;

el método caracterizado por comprender las etapas de calcular un coeficiente de correlación de la salida de potencia esperada de los equipos de generación de energía eléctrica renovable al usar una unidad de cálculo que calcula el coeficiente de correlación entre una desviación de frecuencia de la red de energía eléctrica calculada por una unidad de cálculo que calcula la desviación de frecuencia de la red de energía eléctrica (1) y la salida de potencia esperada de los equipos de generación de energía eléctrica renovable; y

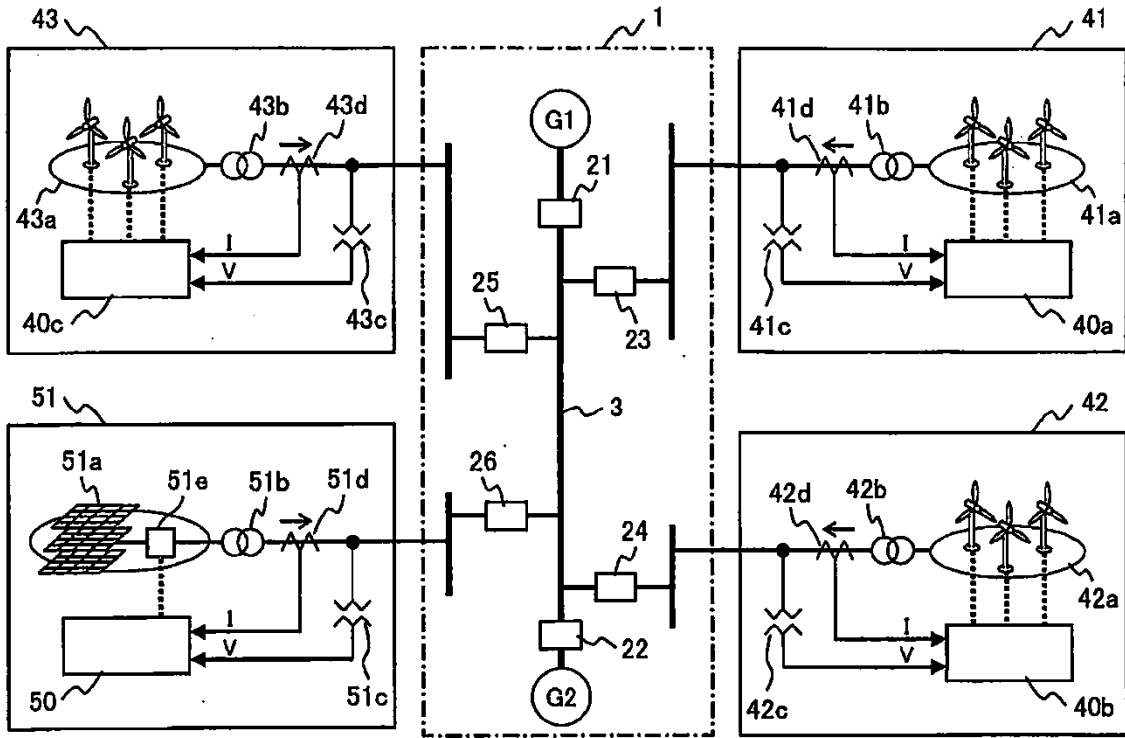
determinar si se necesita o no ajuste de salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable al usar el coeficiente de correlación calculado entre la desviación de frecuencia y la salida de potencia esperada, y un valor de estado de aumento y disminución de la salida de potencia esperada

en donde se restringe una salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable en caso de que se determine que se necesita el ajuste de salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable, cuando la desviación de frecuencia supera un valor umbral positivo predeterminado, el coeficiente de correlación supera un valor umbral positivo y la salida de potencia esperada está en un estado creciente, y cuando la desviación de frecuencia es menor que valor umbral negativo predeterminado, se libera la restricción de salida de los equipos de generación de energía eléctrica renovable.

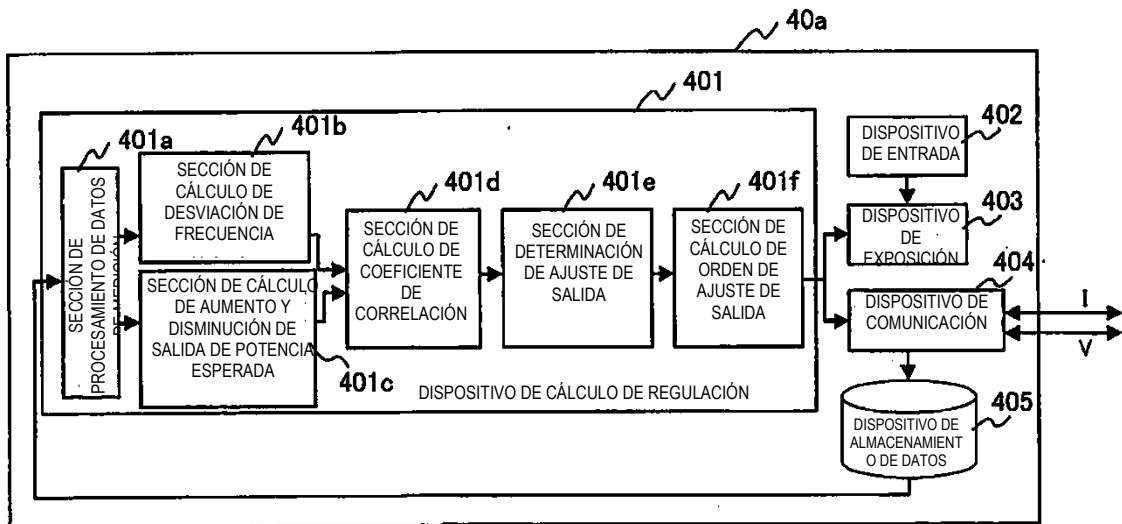
[Fig. 1]



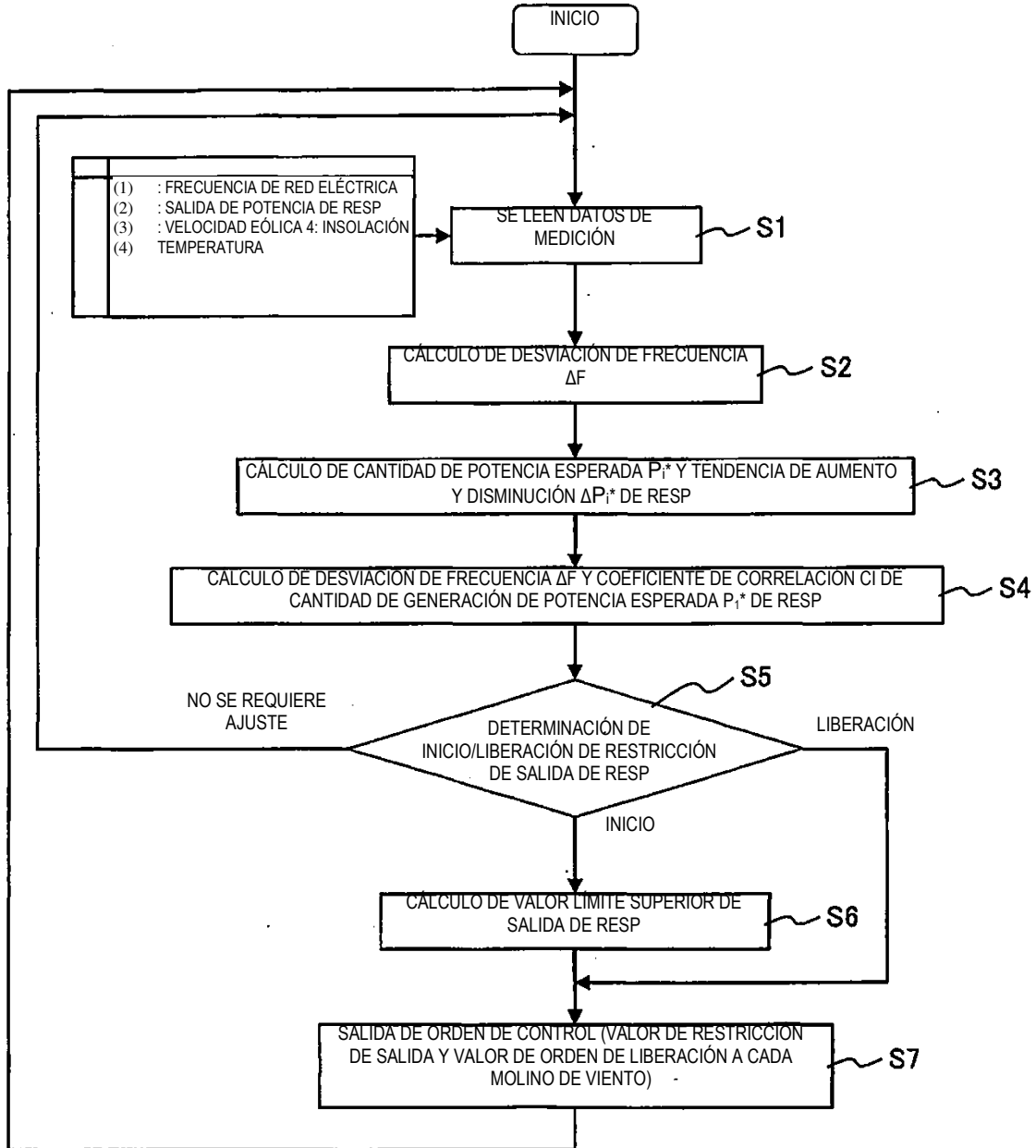
[Fig. 2]



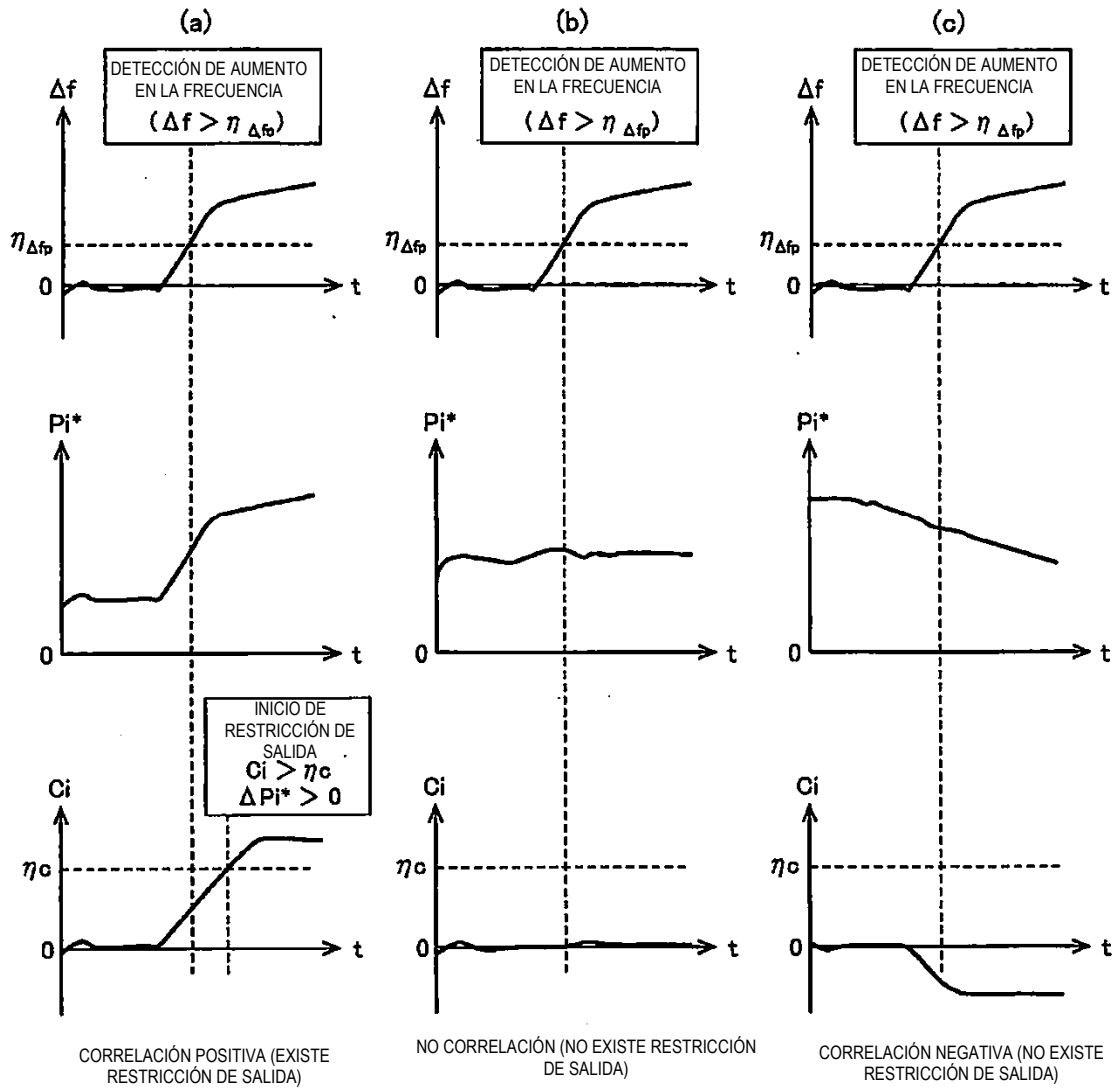
[Fig. 3]



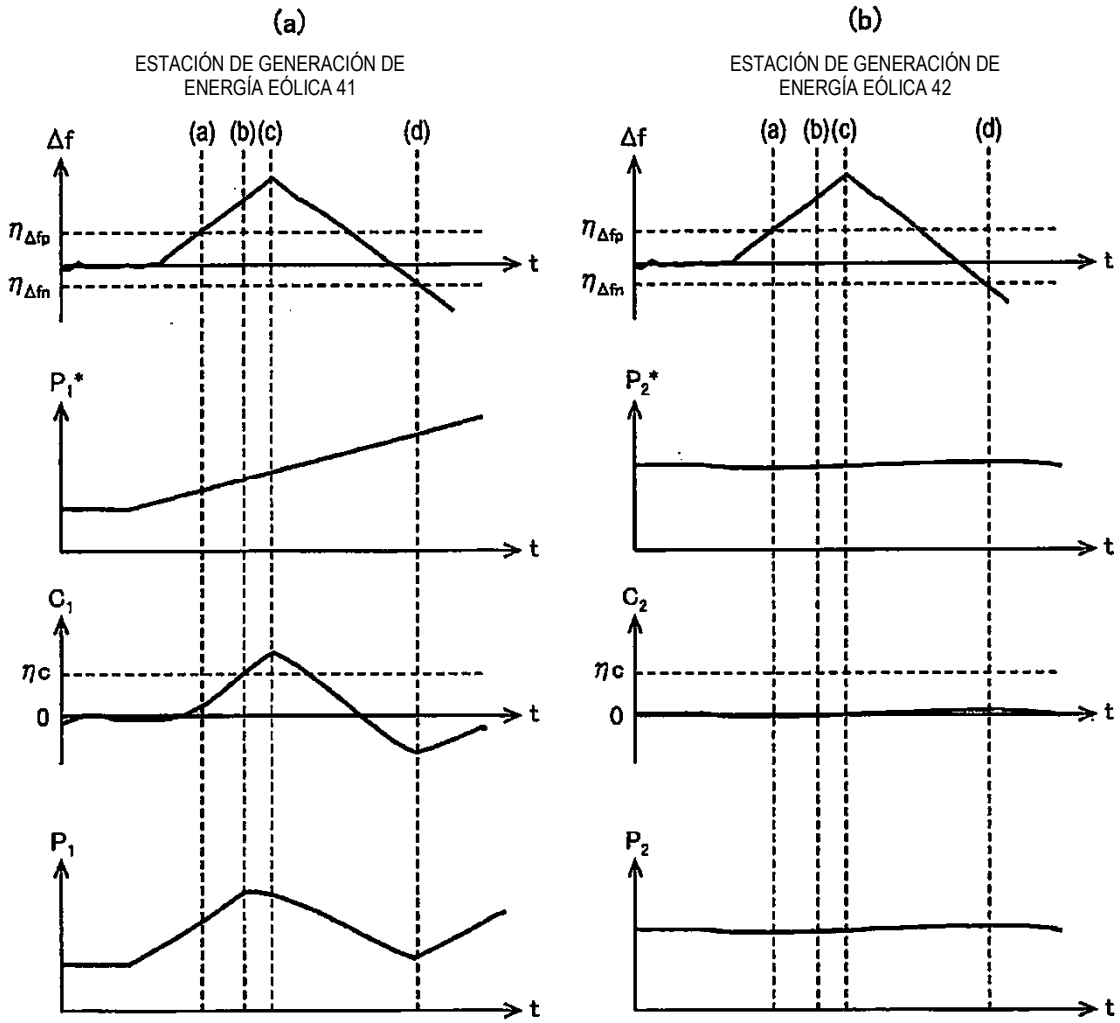
[Fig. 4]



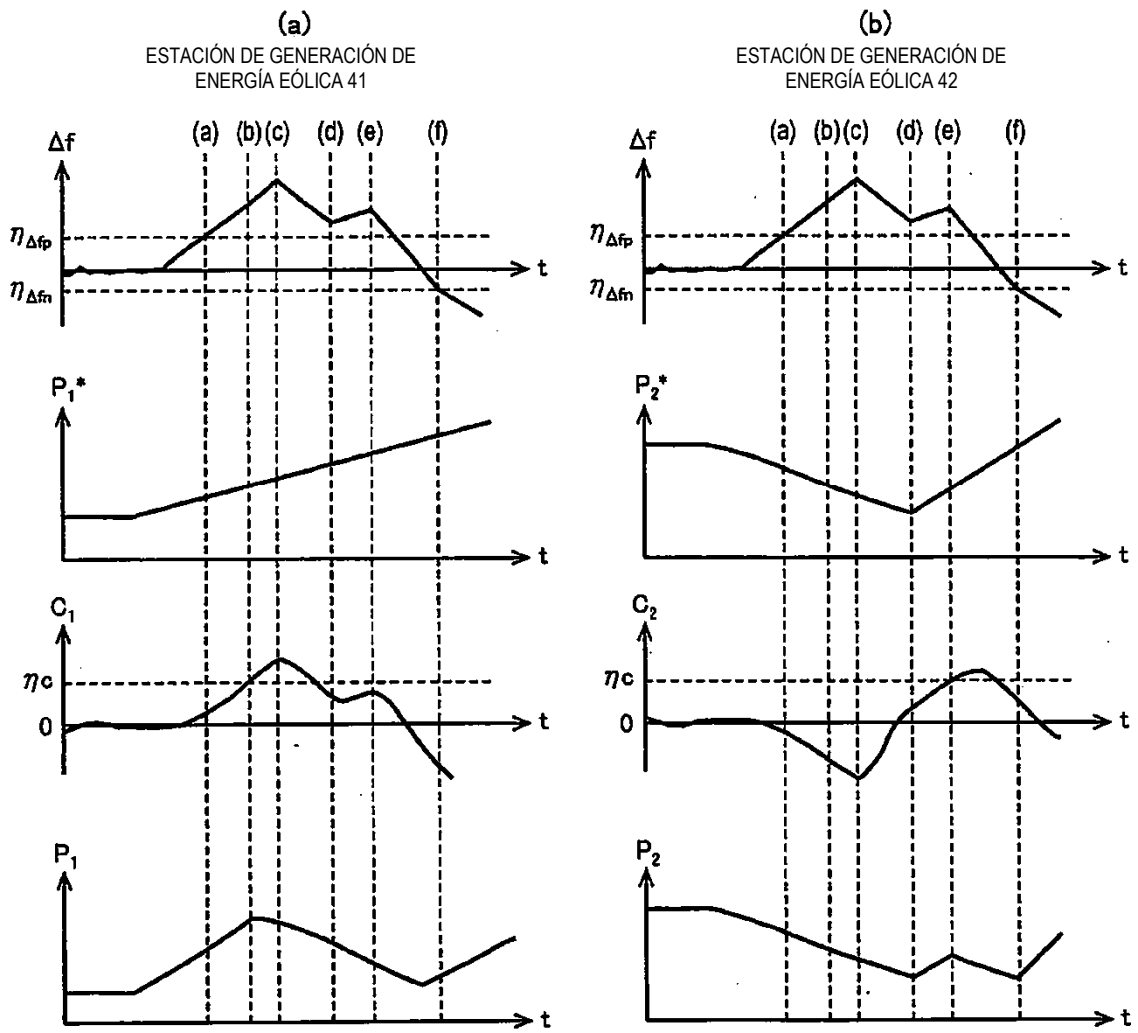
[Fig. 5]



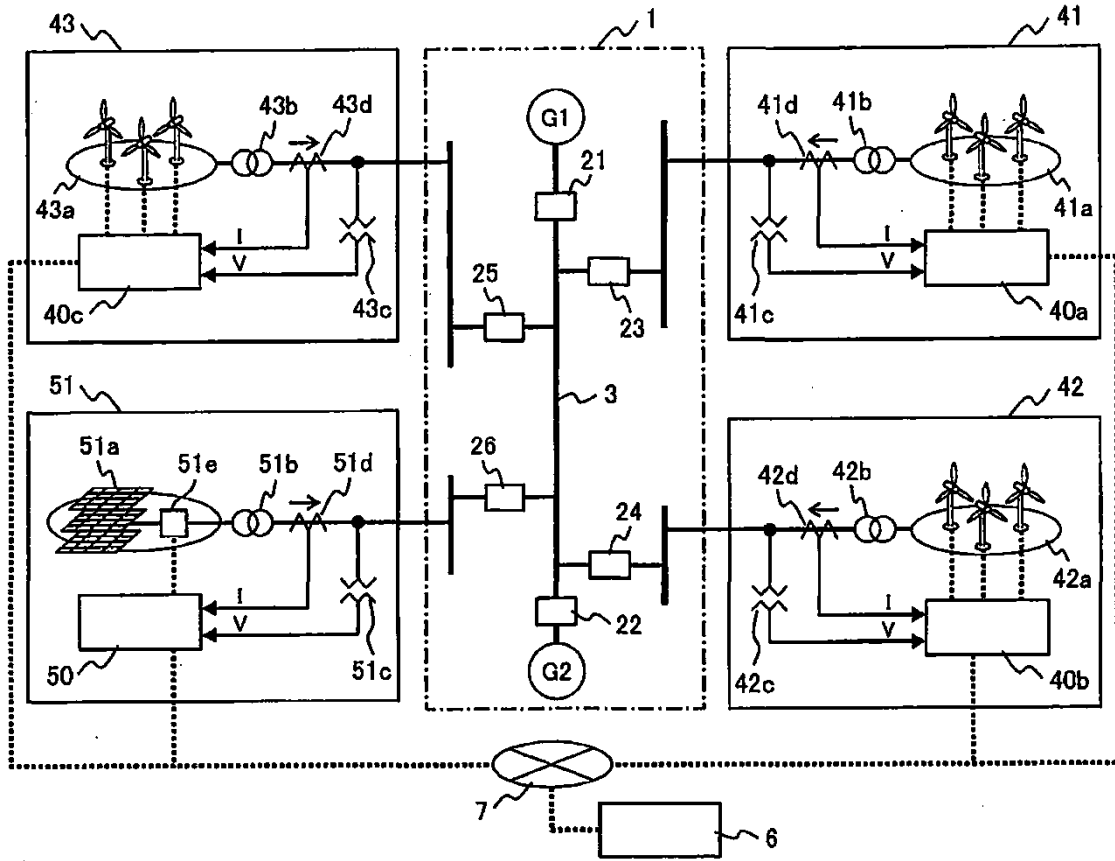
[Fig. 6]



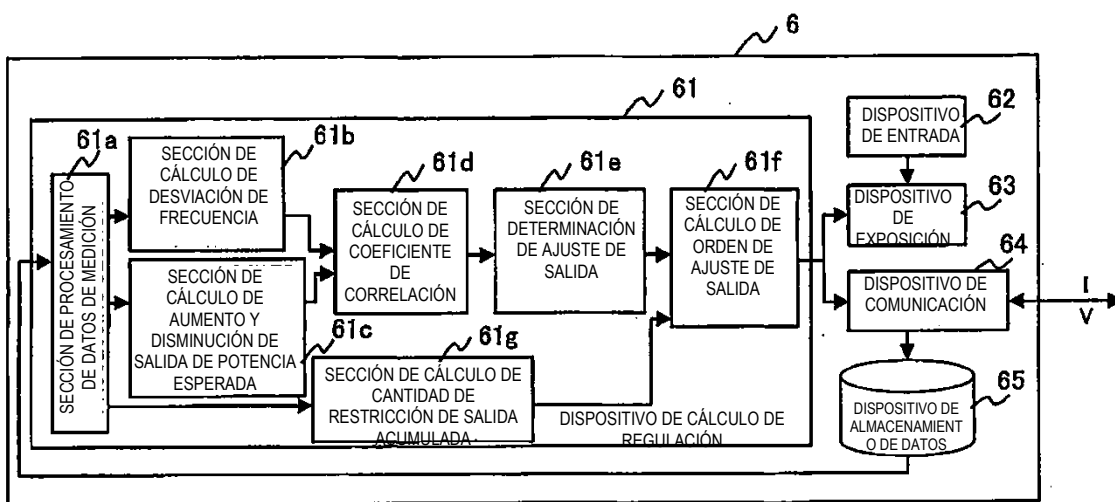
[Fig. 7]



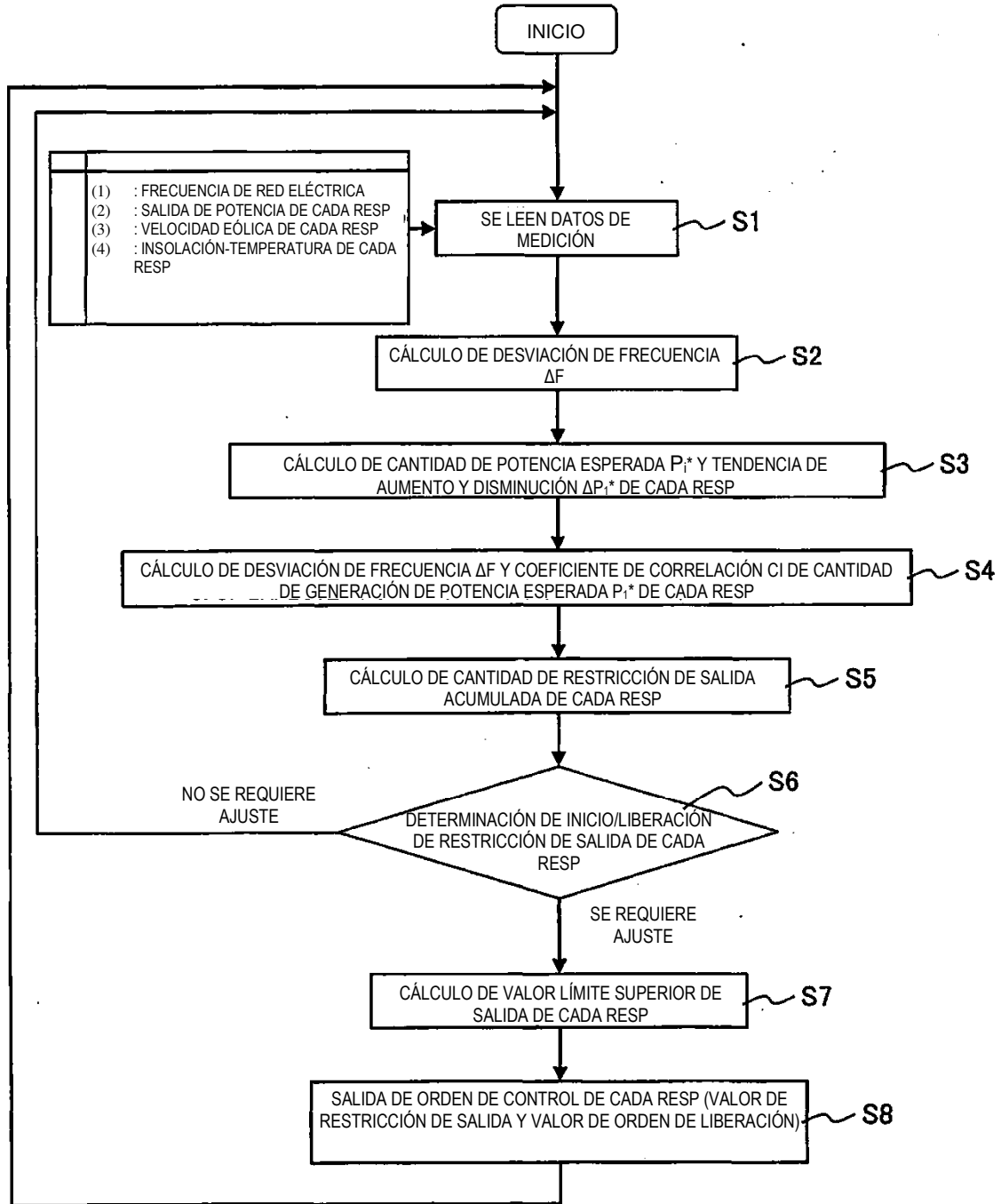
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]

