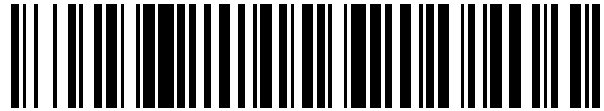


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 572**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/00** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2016 PCT/JP2016/062049**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.11.2016 WO16181754**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2016 E 16792479 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2022 EP 3297113**

54 Título: **Dispositivo para controlar la frecuencia de carga y método para controlar la frecuencia de carga**

30 Prioridad:

**13.05.2015 JP 2015098566**

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

**21.11.2022**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KATO, DAICHI;  
KURODA, EISUKE;  
TOMOBE, OSAMU y  
YATSU, MASAHIRO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 928 572 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 para controlar la frecuencia de carga y método para controlar la frecuencia de carga

## 5 Campo Técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo para controlar una frecuencia de carga.

## Antecedentes de la Técnica

10 En el documento de patente JP-A-6-284577, se describe que "Se incluyen los primeros medios de control 1B que incluyen los medios de detección 108 para detectar una variación de voltaje de un sistema, los medios de verificación de ocurrencia de tiempo constante 109 para detectar y almacenar si la variación de voltaje se produce o no periódicamente en un tiempo constante, y los medios de evaluación de estado 110 para predecir el voltaje del sistema después de la variación del voltaje del sistema detectado antes de un tiempo predeterminado del tiempo de ocurrencia y seleccionar una toma de un regulador de voltaje que absorbe la variación, los segundos medios de control 1C para 15 cambiar el grifo del regulador de voltaje por un valor integral de la desviación del voltaje del sistema, y los medios de procesamiento lógico para priorizar cualquiera de los primeros medios de control 1B y los segundos medios de control 1C".

20 El documento US 2012/323389 A1 describe un sistema de control de energía renovable y de almacenamiento de energía. Los modelos de control se seleccionan de una biblioteca.

## Compendio de la Invención

## Problema técnico

25 Si se introduce una gran cantidad de energía renovable (generación de energía solar y generación de energía eólica) en el sistema de energía, y disminuye la relación de composición de la fuente de energía del generador de ajuste de frecuencia del sistema, aumenta la variación de la corriente de marea, se produce un desequilibrio entre la oferta y la demanda y se produce una fluctuación de la frecuencia. Como se describe en el documento de patente JP-A-6-284577, 30 incluso en una tecnología de control del sistema de acuerdo con la variación, hay casos en los que no se puede esperar la energía de ajuste deseada, debido a la velocidad de control del generador ajustable y las limitaciones en la cantidad controlable, y no es posible suprimir la frecuencia del sistema a un intervalo permisible.

## Solución al problema

35 Para resolver el problema anterior, un dispositivo para controlar una frecuencia de carga según un aspecto de la presente invención incluye un dispositivo de almacenamiento y un dispositivo de cálculo conectado al dispositivo de almacenamiento. El dispositivo de almacenamiento, con respecto a un sistema de energía que incluye un generador de energía renovable y una pluralidad de fuentes de energía, almacena datos de modelo de sistema que indican un modelo del sistema de energía, datos de sistema que indican un estado del sistema de energía, datos de energía renovable que indican una salida anterior del generador de energía renovable y datos de fuente de energía que indican 40 limitaciones de cada fuente de energía. El dispositivo de cálculo predice datos de series temporales que indican el estado de fuentes de energía individuales en un período de control futuro, la predicción se lleva a cabo sobre la base de datos de modelo de sistema, datos de sistema y datos de energía renovable, calcula, sobre la base de datos de fuentes de energía, y para cada una de las fuentes de energía, un estado de desviación que indica el grado en que los datos de series temporales se desvían de las limitaciones y/o un estado excedente que indica el grado en que los 45 datos de series temporales indican un excedente con respecto a las limitaciones, y calcula la cantidad de ajuste en la salida de cada una de las fuentes de energía, sobre la base del estado de desviación y el estado excedente, bajo la condición de que se resuelva el estado de desviación y se estime la salida total de las fuentes de energía.

## Efectos ventajosos de la Invención

50 Es posible mantener una frecuencia del sistema dentro de un intervalo permitido bajo limitaciones de la salida de una fuente de energía a controlar.

## Breve Descripción de los Dibujos

55 [Figura 1] La Figura 1 muestra una configuración funcional de un dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga del Ejemplo 1.  
[Figura 2] La Figura 2 muestra una configuración de hardware del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga y un sistema de energía del Ejemplo 1.  
[Figura 3] La Figura 3 muestra el contenido almacenado de una base de datos de programa 50 del Ejemplo 1.  
[Figura 4] La Figura 4 muestra los datos anteriores de salida de energía renovable D11 del Ejemplo 1.  
60 [Figura 5] La Figura 5 muestra los datos de rendimiento del generador D14.  
[Figura 6] La Figura 6 muestra un método del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga del Ejemplo 1.  
[Figura 7] La Figura 7 muestra un método de un conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 del Ejemplo 1.  
65 [Figura 8] La Figura 8 muestra un método de un conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 del Ejemplo 1.

[Figura 9] La Figura 9 muestra datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21.  
 [Figura 10] La Figura 10 muestra un método de un conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 del Ejemplo 1.  
 [Figura 11] La Figura 11 muestra un método de un conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 del Ejemplo 1.  
 [Figura 12] La Figura 12 muestra una pantalla de información del generador del Ejemplo 1.  
 [Figura 13] La Figura 13 muestra una pantalla de datos de series temporales del Ejemplo 1.  
 [Figura 14] La Figura 14 muestra una configuración funcional de un dispositivo para controlar una frecuencia de carga del Ejemplo 2.  
 [Figura 15] La Figura 15 muestra una configuración de hardware del dispositivo para controlar una frecuencia de carga y un sistema de energía del Ejemplo 2.  
 [Figura 16] La Figura 16 muestra el contenido almacenado de una base de datos de programa 50 del Ejemplo 2.  
 [Figura 17] La Figura 17 muestra los datos anteriores de salida de energía renovable D11 del Ejemplo 2.  
 [Figura 18] La Figura 18 muestra un método del dispositivo para controlar una frecuencia de carga del Ejemplo 2.  
 [Figura 19] La Figura 19 muestra un método de un conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 del Ejemplo 2.  
 [Figura 20] La Figura 20 muestra un método de un conjunto de cálculo de espectro de frecuencia 28 del Ejemplo 2.  
 [Figura 21] La Figura 21 muestra un método de un conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 del Ejemplo 2.  
 [Figura 22] La Figura 22 muestra los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia D28 del Ejemplo 2.  
 [Figura 23] La Figura 23 muestra un método de un conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 del Ejemplo 2.  
 [Figura 24] La Figura 24 muestra un método de un conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 del Ejemplo 2.  
 [Figura 25] La Figura 25 muestra una pantalla de información del generador del Ejemplo 2.  
 [Figura 26] La Figura 26 muestra una pantalla de datos de series temporales del Ejemplo 2.  
 [Figura 27] La Figura 27 muestra una pantalla de espectro de frecuencias del Ejemplo 2.

Descripción de las realizaciones

A continuación, se describirán ejemplos de la presente invención con referencia a los dibujos.

Ejemplo 1

La Figura 1 muestra una configuración funcional de un dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga del Ejemplo 1.

El dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga incluye una base de datos de entrada de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga 30 que incluye una base de datos de salida de energía renovable anterior de 31, una base de datos de modelo de sistema 32, una base de datos de sistema 33 y una base de datos de rendimiento del generador 34; un conjunto de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga 20 que incluye un conjunto de cálculo de estimación de estado 29, un conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21, un conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22, un conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23, un conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24 y un conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25; una base de datos de resultado de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga 40 que incluye una base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41, una base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación 42, una base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente 43, una base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44 y una base de datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida 45; un conjunto de comando de ajuste de salida 26; y un conjunto de control de visualización 27.

Los datos de entrada de datos de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga D10 que se ingresan a la base de datos de entrada de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga 30 incluyen datos de salida anterior de energía renovable D11, datos de modelo de sistema D12, datos de sistema D13 y datos de rendimiento del generador D14.

El conjunto de cálculo de estimación de estado 29 realiza el cálculo de estimación de estado mediante el uso de los datos de modelo de sistema D12 y los datos de sistema D13, emite datos de estimación de estado y los incluye en los datos de sistema D13. El conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 realiza el cálculo de cambio de series temporales mediante el uso de los datos anteriores de salida de energía renovable D11, los datos de modelo de sistema D12 y los datos de sistema D13, y genera los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21. El conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 realiza el cálculo de componente de cantidad de desviación mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 y los datos de rendimiento del generador D14, y emite los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación

D22. El conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 realiza el cálculo de componente de cantidad excedente mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 y los datos de rendimiento del generador D14, y genera los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23. El conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24 realiza el cálculo de la cantidad de ajuste de salida mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, y genera los datos de resultado de cálculo de la cantidad de ajuste de salida D24. El conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 determina la diana de ajuste de salida mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23, y los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24, y genera los datos de resultado de determinación de diana de ajuste de salida D25. El conjunto de comando de ajuste de salida 26 transmite el comando de ajuste de salida al generador a controlar, mediante el uso de los datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida D25.

Entre los generadores a monitorear por el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga, un generador del cual se puede controlar una salida de acuerdo con el valor de comando de salida se denomina generador a controlar. En otras palabras, el generador a controlar incluye una fuente de energía tal como un generador de turbina y un dispositivo de almacenamiento de energía, y no incluye un generador de energía renovable.

Además, el conjunto de comando de ajuste de salida 26 puede ajustar el valor de comando de salida mediante el uso de los datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida D25 y transmitir el valor de comando de salida ajustado al generador a controlar.

El conjunto de control de visualización 27 utiliza los datos de resultado de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga D20 para mostrar la información de cada resultado de cálculo en el dispositivo de visualización.

La Figura 2 muestra una configuración de hardware del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga y un sistema de energía del Ejemplo 1.

La Figura 2 muestra el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga, un dispositivo de control de supervisión 200, un sistema de energía 100, un dispositivo de medición 150, un generador 110, un bus 120, un transformador 130 y una línea de transmisión de energía 140.

En lo sucesivo, en caso de que no sea necesario distinguir los elementos por el alfabeto en el símbolo de referencia, se omite el alfabeto. El transformador 130 está conectado al sistema de energía 100 a través de la rama (línea) 140 y el nodo (bus) 120. El generador 110 está conectado al transformador 130 a través de la rama 140 y el nodo 120. El sistema de energía 100 puede incluir cualquiera del generador 110, el transformador 130, el dispositivo de medición 150 y una carga y un dispositivo controlable (tal como una batería, una batería secundaria recargable, una batería de almacenamiento de EV y un volante de inercia), que no se muestran.

Aquí, los ejemplos del generador 110 incluyen fuentes de energía distribuidas tales como generación de energía solar y generación de energía eólica, además de fuentes de energía a gran escala tales como generadores de energía térmica, generadores de energía hidráulica y generadores de energía nuclear.

Aquí, un ejemplo del dispositivo de medición 150 es un dispositivo (transformador de voltaje (VT), transformador de potencial (PT) o un transformador de corriente (CT) ) que mide uno o más de un voltaje de nodo  $V$ , una corriente ramificada  $I$ , un factor de energía  $\Phi$ , energía activa  $P$  y energía reactiva  $Q$ , e incluye una función de transmisión de datos que incluye una identificación de pieza de medición de datos y una marca de tiempo incorporada del dispositivo de medición (tal como un telemetro). Además, el dispositivo de medición 150 puede ser un dispositivo que mide información de energía (información fasorial de energía) con tiempo absoluto basado en el uso de un sistema de posicionamiento global (GPS), un dispositivo de medición de fase (PMU: conjuntos de medición fasoriales) u otros dispositivos de medición. En la Figura 2, el dispositivo de medición 150 se ilustra como que está en el sistema de energía 100, pero puede instalarse en el nodo 120, la rama 140 o similar fuera del sistema de energía 100.

Aquí, el ejemplo de los datos del sistema D13 son varios tipos de datos de medición medidos por el dispositivo de medición 150, y se reciben en la base de datos del sistema 33 a través de la red de comunicación 300. Sin embargo, en lugar de recibir los datos del sistema D13 directamente del dispositivo de medición 150, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede recibir los datos del sistema D13, que una vez se agregan por el dispositivo de control de supervisión 200, en la base de datos del sistema 33, a través de la red de comunicación 300, o puede recibirlos en la base de datos del sistema 33 a través de la red de comunicación 300 tanto del dispositivo de medición 150 como del dispositivo de control de supervisión 200. Además, los datos del sistema D13 pueden incluir un número único para identificar datos y una marca de tiempo. Además, aunque los datos del sistema D13 se escriben como datos medidos, se pueden retener en la base de datos del sistema 33 por adelantado. Los datos del sistema D13 pueden incluir una instrucción de salida de una oficina central de comando de energía o similar.

El dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga incluye un conjunto de visualización 15, un conjunto de entrada 13 tal como un teclado y un ratón, un conjunto de comunicación 14, un ordenador o servidor informático (CPU: Unidad

Central de Procesamiento) 11, una memoria 12 y varias bases de datos (la base de datos anterior de salida de energía renovable 31, la base de datos de modelo de sistema 32, la base de datos de sistema 33, la base de datos de rendimiento del generador 34, la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41, la base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación 42, la base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad excedente 43, la base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44, la base de datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida 45 y la base de datos de programa 50) . Cada uno de estos conjuntos está conectado a la línea de bus 60.

Además, se puede utilizar un dispositivo de almacenamiento que incluye la base de datos anterior de salida de energía renovable 31, la base de datos de modelo de sistema 32, la base de datos de sistema 33, la base de datos de rendimiento del generador 34, la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41, la base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación 42, la base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad excedente 43, la base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44, la base de datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida 45, la base de datos de programa 50, la memoria 12 o similares. Se puede usar un dispositivo de cálculo que incluye la CPU 11 o similar.

El conjunto de visualización 15 es, por ejemplo, un dispositivo de visualización. Por ejemplo, el conjunto de visualización 15 puede incluir un dispositivo de impresora, un dispositivo de salida de sonido o similares, en lugar de o además del dispositivo de visualización. Por ejemplo, el conjunto de entrada 13 puede incluir al menos uno de entre un interruptor de teclado, un dispositivo señalador tal como un ratón, un panel táctil, un dispositivo de instrucción de voz o similares. Se incluyen un conjunto de comunicación 14, un circuito para la conexión a la red de comunicación 300 y un circuito que procesa un protocolo de comunicación. La CPU (11) lee y ejecuta un programa informático predeterminado de la base de datos del programa (50). La CPU 11 puede ser uno o una pluralidad de chips semiconductores, o puede ser un dispositivo informático tal como un servidor de cálculo. La memoria 12 es, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (RAM), y almacena programas informáticos leídos desde la base de datos de programas 50, o almacena datos de resultado de cálculo, datos de imágenes o similares necesarios para cada método. Los datos de pantalla almacenados en la memoria 12 se envían al conjunto de visualización 15 por la CPU 11 y se muestran. Más adelante se describirá un ejemplo de la pantalla que se mostrará.

El dispositivo de control de supervisión 200 monitorea el estado del sistema de energía 100 y realiza el control para mantener el equilibrio entre el suministro y la demanda. Además, el dispositivo de control de supervisión 200 puede incluir el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga.

La Figura 3 muestra el contenido almacenado de la base de datos de programas 50 del Ejemplo 1.

En la base de datos de programas 50, por ejemplo, un programa de cálculo de estimación de estado P51, un programa de cálculo de cambio de series temporales P52, un programa de cálculo de componente de cantidad de desviación P53, un programa de cálculo P54, un programa de cálculo de cantidad de ajuste de salida P55, un programa de determinación de diana de ajuste de salida P56 y un programa de comando de salida P57 se almacenan como un programa de cálculo (datos de programa D50).

La CPU 11 ejecuta el programa de cálculo leído de la base de datos del programa 50 en la memoria 12 para calcular un estado del sistema plausible, calcular un cambio de series temporales, calcular un componente de cantidad de desviación, calcular un componente de cantidad excedente, calcular una cantidad de ajuste de salida, determinar una diana de ajuste de salida, dar un comando de una cantidad de ajuste de salida, dar una instrucción de datos de imagen que se mostrarán, recuperar datos en varias bases de datos y similares.

El conjunto de cálculo de estimación de estado 29, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23, el conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 y el conjunto de comando de ajuste de salida 26 se realizan respectivamente mediante el programa de cálculo de estimación de estado P51, el programa de cálculo de cambio de series temporales P52, el programa de cálculo de componente de cantidad de desviación P53, el programa de cálculo de componente de cantidad excedente P54, el programa de cálculo de cantidad de ajuste de salida P55, el programa de determinación de diana de ajuste de salida P56 y el programa de comando de salida P57.

El dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga ejecuta el cálculo del conjunto de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga 20 para cada período de control periódico. La duración del período de control se determina en función del ciclo de medición del dispositivo de medición 150, el ciclo de control de transmisión de un comando al generador y similares. Además, el período de control se establece en un período futuro, sobre la base de un retraso debido a un cálculo o un retraso debido al control del generador 110.

La memoria 12 es una memoria que almacena temporalmente datos temporales calculados tales como datos de imagen de visualización, datos de ajuste de salida, datos de resultado de ajuste de salida y datos de resultado de cálculo. La CPU 11 genera los datos de imagen necesarios y los muestra en el conjunto de visualización 15 (por ejemplo, una pantalla de visualización). El conjunto de visualización 15 puede mostrar cada programa de control y una

pantalla simple solo para reescribir una base de datos.

Diez bases de datos se almacenan aproximadamente en el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga. En lo sucesivo, excepto para la base de datos del programa 50, se describirán la base de datos anterior de salida de energía renovable 31, la base de datos de modelo de sistema 32, la base de datos de sistema 33, la base de datos de rendimiento del generador 34, la base de datos de resultado de cálculos de cambio de series temporales 41, la base de datos de resultado de cálculos de componentes de cantidad excedente 42, la base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad excedente 43, la base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44 y la base de datos de resultados de determinación de dianas de ajuste de salida 45.

La Figura 4 muestra los datos anteriores de salida de energía renovable D11 del Ejemplo 1.

La base de datos anterior de salida de energía renovable 31 incluye datos de series temporales de salida de energía renovable que indican valores reales de salida de generadores de energía renovable tales como un generador de energía solar y un generador de energía eólica durante un período específico en el pasado, y que son datos de series temporales que se miden para cada ciclo de medición que se establece de antemano, como los datos anteriores de salida de energía renovable D11. Los datos de series temporales de salida de energía renovable incluyen muestras para cada ciclo de medición preestablecido. El ancho de tiempo (longitud) de los datos de series temporales de salida de energía renovable puede ser diario, mensual, anual o cualquier unidad de tiempo de datos. Por lo tanto, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede cambiar el ancho de tiempo de los datos de series temporales de salida de energía renovable de acuerdo con el período de control.

Hay que tener en cuenta que los datos de series temporales de salida de energía renovable pueden clasificarse para cada estación, clima o zona horaria. En este caso, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga selecciona datos de series temporales de salida de energía renovable adecuados para la clasificación del período de control. Por ejemplo, si el período de control es el verano, el cálculo se realiza utilizando datos de series temporales de salida de energía renovable del verano pasado. Por lo tanto, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede utilizar los datos de series temporales de salida de energía renovable en un entorno cercano al entorno del período de control, y puede mejorar la precisión de la predicción de la frecuencia del sistema y el valor de comando de salida.

En la base de datos de modelo de sistema 32, como los datos de modelo de sistema D12, se incluyen una configuración de sistema, una impedancia de línea ( $R + jX$ ), una capacitancia de grupo (admisibilidad:  $Y$ ), datos necesarios para la estimación de estadísticas (un umbral de datos de MTD o similares), datos de generación y otros datos necesarios para la estimación del estado de cálculo del flujo de energía, cálculo del cambio de series temporales. Además, el operador puede ingresar datos manualmente usando el conjunto de entrada 13 y almacenarlos en la base de datos del modelo de sistema 32. Tras la entrada, la CPU 11 genera los datos de imagen necesarios y los muestra en el conjunto de visualización 15. Al ingresar, la CPU 11 puede hacerlo semimanual de modo que se pueda establecer una gran cantidad de datos usando la función de complemento.

En la base de datos del sistema 33, la energía activa  $P$ , la energía reactiva  $Q$ , el voltaje  $V$ , el ángulo de fase de voltaje  $\Phi$ , la corriente  $I$ , el factor de energía  $\Phi$  y similares se incluyen como los datos del sistema D13. Los datos con una marca de tiempo pueden ser datos de PM. Por ejemplo, a medida que los datos del sistema D13, los voltajes y los ángulos de fase de voltaje en los nodos 120B y 120C se conectan al sistema de energía 100, las corrientes de línea ( $P + jQ$ ) de las ramas 140B y 140C se conectan respectivamente a los nodos 120B y 120C, las corrientes de línea ( $P + jQ$ ) de los transformadores 130A y 130B se conectan respectivamente a los nodos 120B y 120C, los voltajes  $V$  y los ángulos de fase de voltaje  $\Phi$  de los nodos 120A y 120D se conectan respectivamente a los transformadores 130A y 130B, la energía activa  $P$ , la energía reactiva  $Q$  y el factor de energía  $\Phi$  de los generadores 110A y 110B se conectan respectivamente a los nodos 120A y 120D, y se almacenan la energía activa  $P$ , la energía reactiva  $Q$ , los factores de energía  $\Phi$ , los voltajes  $V$  y los ángulos de fase de voltaje  $\Phi$  medidos a través de la red de comunicación por el dispositivo de medición 150, el dispositivo de control de supervisión 200, o similares para otros nodos, ramas, generadores, cargas y dispositivos de control conectados al sistema de energía 100. Además, el ángulo de fase de voltaje  $\Phi$  se puede medir usando el PMU u otro dispositivo de medición utilizando GPS. Además, el dispositivo de medición 150 es un VT, un PT o similar. La corriente de línea ( $P + jQ$ ) se puede calcular a partir de la corriente  $I$ , el voltaje  $V$  y el factor de energía  $\Phi$  medidos por el VT, el PT o similares. Además, el programa de cálculo de estimación de estado P51 calcula valores plausibles de la energía activa  $P$ , la energía reactiva  $Q$ , el voltaje  $V$ , el ángulo de fase de voltaje  $\Phi$ , la corriente  $I$  y el factor de energía  $\Phi$  para cada uno de los nodos, ramas, generadores, cargas y equipos de control, y almacena los datos de estimación de estado obtenidos en los datos del sistema D13.

La Figura 5 muestra los datos de rendimiento del generador D14.

La base de datos de rendimiento del generador 34 incluye un intervalo de salida (limitación, intervalo) para cada generador a controlar, como los datos de rendimiento del generador D14. El intervalo de salida está determinado por un valor límite superior de salida y un valor límite inferior de salida.

La base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41 incluye datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 calculados por el programa de cálculo de cambio de series temporales P52,

utilizando los datos anteriores de salida de energía renovable D11, los datos de modelo de sistema D12 y los datos de sistema D13. Por ejemplo, los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 incluyen datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema que es un valor predicho de un cambio de series temporales de variación de la frecuencia del sistema del sistema de energía 100 en el futuro período de control, y datos de series temporales de valor de comando de salida (datos de series temporales) que es un valor predicho del cambio de series temporales del valor de comando de salida de cada generador a controlar. Cada uno de los datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema y los datos de series temporales de valor de comando de salida tiene una muestra para cada ciclo de medición. Los detalles de un método para calcular el cambio de series temporales y los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 se describirán más adelante.

La base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación 42 incluye los datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación D22 calculados por el programa de cálculo de componentes de cantidad de desviación P53, utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 y los datos de rendimiento del generador D14. Los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22 son, por ejemplo, un componente de cantidad de desviación de límite superior que indica la cantidad de desviación del valor límite superior de salida del valor de comando de salida, un componente de cantidad de desviación de límite inferior que indica la cantidad de desviación del valor límite inferior de salida del valor de comando de salida, o similar, en el período de control, con respecto al generador desviado estimado que el valor de comando de salida se desvía de los valores límite superior e inferior de salida. Los detalles de un método para calcular el componente de cantidad de desviación se describirán más adelante.

La base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad excedente 43 incluye los datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad excedente D23 calculados por el programa de cálculo de componentes de cantidad excedente P54, utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 y los datos de rendimiento del generador D14. Los ejemplos incluyen, en el período de control, un componente de cantidad de excedente de límite superior que indica una cantidad de excedente entre el valor de comando de salida y el valor límite superior de salida del generador no desviado estimado que el valor de comando de salida no se desvía de los valores límite superior e inferior de salida, un componente de cantidad de excedente de límite inferior que indica una cantidad de excedente entre el valor de comando de salida y el valor límite inferior de salida del generador, o similares. Los detalles de un método para calcular el componente de cantidad excedente se describirán más adelante.

La base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44 incluye los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24 calculados por el programa de cálculo de cantidad de ajuste de salida P55, utilizando los datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación D22. Más adelante se describirá un método de cálculo de la cantidad de ajuste de salida.

La base de datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida 45 incluye los datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida D25 calculados por el programa de determinación de diana de ajuste de salida P56, utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23 y los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24. Más adelante se describirá un método para determinar la diana de ajuste de salida. El método del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga se describirá a continuación.

La Figura 6 muestra un método del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga del Ejemplo 1.

En la etapa S100, el conjunto de cálculo de estimación de estado 29 realiza el cálculo de estimación de estado, utilizando los datos de modelo de sistema D12 y los datos de sistema D13. A continuación, en la etapa S200, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 realiza un cálculo de cambio de series temporales, utilizando el resultado del cálculo de estimación de estado, los datos anteriores de salida de energía renovable D11 y los datos del modelo de sistema D12. A continuación, en la etapa S300, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 realiza un cálculo de componente de cantidad de desviación, utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 y los datos de rendimiento del generador D14. A continuación, en la etapa S400, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 realiza un cálculo de componente de cantidad excedente, utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 y los datos de rendimiento del generador D14. A continuación, en la etapa S500, el conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24 realiza el cálculo de cantidad de ajuste de salida utilizando los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22. A continuación, en la etapa S600, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 determina una diana de ajuste de salida usando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23, y los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24. Finalmente, en la etapa S700, el conjunto de comando de ajuste de salida 26 emite un comando de salida a un generador que es una diana de ajuste de salida, utilizando los datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida D25.

Con este método, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede mantener la frecuencia del sistema

dentro del intervalo de los valores límite superior e inferior de frecuencia del sistema que se establecen de antemano.

Además, varios resultados de cálculo y datos acumulados en la memoria 12 durante el cálculo pueden visualizarse secuencialmente en la pantalla del dispositivo de control de supervisión 200. De este modo, el operador puede reconocer fácilmente la situación operativa del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga. Los detalles del método anterior se describirán etapa por etapa.

En primer lugar, en la etapa S100, el conjunto de cálculo de estimación de estado 29 realiza el cálculo de estimación de estado mediante el uso de los datos de modelo de sistema D12 y los datos de sistema D13, y almacena el resultado de cálculo en la base de datos de sistema 33. Aquí, el cálculo de estimación de estado incluye el resultado obtenido al estimar la energía activa P, la energía reactiva Q, el voltaje V, el ángulo de fase de voltaje  $\phi$ , la corriente I y el factor de energía  $\Phi$  de cada uno de los nodos, ramas, generadores, cargas y equipos de control de un sistema plausible, en los datos del sistema D13, como datos de medición del sistema. Además, se realiza un método de cálculo de estimación de estado en función de un método conocido. Además, en un caso en el que se almacenan los datos del sistema D13 necesarios para el cálculo posterior, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede no realizar el cálculo de estimación de estado.

En la etapa S200, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 realiza el cálculo de cambio de series temporales mediante el uso del resultado de estimación de estado obtenido en la etapa S100, los datos de modelo de sistema D12 y los datos anteriores de salida de energía renovable D11, y almacena el resultado de cálculo en la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41. Aquí, se describirán detalles de la etapa S200.

La Figura 7 muestra un método de un conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 del Ejemplo 1.

En la etapa S201, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 predice los datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema, utilizando el resultado de estimación de estado obtenido en la etapa S100, los datos del modelo de sistema D12 y los datos anteriores de salida de energía renovable D11. En la etapa S202, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 predice los datos de series temporales de valor de comando de salida, utilizando el resultado de estimación de estado obtenido en la etapa S100, los datos del modelo de sistema D12 y los datos anteriores de salida de energía renovable D11. Como método de cálculo, cada cambio de series temporales se realiza en función de un método conocido. Lo anterior es el detalle de la etapa S200.

En lugar del valor de comando de salida del generador a controlar, se puede predecir un valor que indica el estado del generador a controlar, tal como la salida del generador a controlar.

En la etapa S300, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 calcula el componente de cantidad de desviación, utilizando el resultado de cálculo de cambio de series temporales y los datos de rendimiento del generador D14, y almacena el resultado de cálculo en la base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación 42. Aquí, se describirán detalles de la etapa S300.

La Figura 8 muestra un método de un conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 del Ejemplo 1.

En la etapa 301, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 lee los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, selecciona un generador a controlar como el generador candidato de diana de ajuste de salida en orden entre los generadores a controlar, y lee los datos de series temporales de valor de comando de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida en la memoria 12. En la etapa S302, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 lee los valores límite superior e inferior de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida, desde los datos de rendimiento del generador D14, en la memoria 12, y determina si el valor de comando de salida se desvía del valor límite superior de salida o el valor límite inferior de salida, utilizando los datos de series temporales de valor de comando de salida y los valores límite superior e inferior de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida. Aquí, en un caso en el que el valor de comando de salida se desvía del valor límite superior de salida o el valor límite inferior de salida, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 procede a la etapa S303. Por otro lado, en un caso en el que el valor de comando de salida no se desvía del valor límite superior de salida o el valor límite inferior de salida, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 procede a la etapa S305. En la etapa S303, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 establece el generador candidato de diana de ajuste de salida como un generador desviado (fuente de energía desviada) y guarda el contenido de configuración en la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41. En la etapa S304, un componente de cantidad de desviación se calcula a partir del valor de comando de salida y los valores límite superior e inferior de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida, y el resultado de cálculo se almacena en la base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación 42. En la etapa S305, se determina si se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida. En un caso en el que no se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método vuelve a la etapa S301; y en un caso en el que se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método finaliza.

La Figura 9 muestra datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21.

Los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 aquí incluyen datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema  $f(t)$ , datos de series temporales de valor de comando de salida  $P_{M1}(t)$  del generador G1 a controlar y datos de series temporales de valor de comando de salida  $P_{M2}(t)$  del generador G2 a controlar, que se predicen para el período de control. Aquí, los datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema  $f(t)$  exceden el valor límite superior de frecuencia del sistema  $f_u$ , entre el valor límite superior de frecuencia del sistema  $f_u$  y el valor límite inferior de frecuencia del sistema  $f_l$ , que se establecen de antemano. Además, se determina que el generador G1 a controlar es un generador desviado. Además, los datos de series temporales de valor de comando de salida  $P_{Mi}(t)$  del generador desviado G1 muestra el componente de cantidad de desviación de límite inferior  $\Delta P_{M11d}$  y la zona horaria  $T_1$  en la que el valor de comando de salida es inferior al valor límite inferior de salida.

En un caso donde el valor de comando de salida  $P_{M1}(t)$  del generador desviado G1 está por debajo de  $P_{M11}$ , el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 calcula el valor mínimo de la diferencia obtenida restando  $P_{M11}$  de  $P_{M1}(t)$  en el período de tiempo  $T_1$  en el que el valor de comando de salida de datos de series temporales  $P_{M1}(t)$  está por debajo del valor límite inferior de salida  $P_{M11}$  como un componente de cantidad de desviación de límite inferior  $\Delta P_{M11d}$ , utilizando el valor de comando de salida de datos de series temporales  $P_{M1}(t)$  del generador desviado G1, el valor límite inferior de salida  $P_{M11}$ , y la siguiente Expresión (1).

[Expresión 1]

$$\Delta P_{M11d} = \min_{t \in T_1} \{ P_{M1}(t) - P_{M11} \} \dots\dots\dots (1)$$

Además, en un caso en el que el valor de comando de salida  $P_{M1}(t)$  del generador desviado G1 es superior a  $P_{M11}$ , el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 calcula el valor máximo de la diferencia obtenida restando el valor límite superior de salida  $P_{M1u}$  del valor de comando de salida  $P_{M1}(t)$  en el período de tiempo  $T_u$  en el que el valor de comando de salida  $P_{M1}(t)$  excede el valor límite superior de salida  $P_{M1u}$  como un componente de cantidad de desviación de límite superior  $\Delta P_{M11u}$ , mediante el uso de los datos de series temporales de valor de comando de salida  $P_{M1}(t)$  del generador desviado G1, el valor límite superior de salida  $P_{M1u}$ , y la siguiente Expresión (2).

[Expresión 2]

$$\Delta P_{M11u} = \max_{t \in T_u} \{ P_{M1}(t) - P_{M1u} \} \dots\dots\dots (2)$$

Aquí,  $\Delta P_{M11d}$  es negativo y  $\Delta P_{M11u}$  es positivo. Dicho componente de cantidad de desviación se puede obtener fácilmente a partir de los datos de series temporales del valor de comando de salida. Esto facilita que el operador del sistema entienda el componente de cantidad de desviación. Además, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede calcular y utilizar otros componentes como el componente de cantidad de desviación (estado de desviación y cantidad de desviación). Por ejemplo, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 puede utilizar un tiempo de desviación que es un período de tiempo durante el cual el valor de comando de salida se desvía de los valores límite superior e inferior de salida, o una velocidad de desviación que es una inclinación de un cambio de tiempo del valor de comando de salida en el momento en que el valor de comando de salida se desvía de los valores límite superior e inferior de salida, como un componente de cantidad de desviación.

Además, dado que hay un caso en el que el componente de cantidad de desviación no está presente dependiendo de los datos anteriores de salida de energía renovable D11, los datos del sistema D13 y los datos de modelo de sistema D12. En tal caso, se determina que no hay un componente de cantidad de desviación, y el método procede a la etapa S305. Lo anterior es el detalle de la etapa S300.

En la etapa S400, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 calcula el componente de cantidad excedente, utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 y los datos de rendimiento del generador D14, y los almacena en la base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente 43. Aquí, se describirán detalles de la etapa S400.

La figura 10 muestra un método del conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 del ejemplo 1.

En la etapa S401, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 lee los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, selecciona un generador a controlar como el generador candidato de

diana de ajuste de salida en orden, excluyendo el generador desviado, de entre los generadores a controlar, y lee los datos de series temporales de valor de comando de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida en la memoria 12. En la etapa S402, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 establece el generador candidato de diana de ajuste de salida como un generador no desviado (fuente de energía no desviada) y guarda el contenido de configuración en la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41. En la etapa S403, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 lee los valores límite superior e inferior de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida de los datos de rendimiento del generador D14 en la memoria 12, calcula el componente de cantidad excedente de los datos de series temporales de valor de comando de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida y los valores límite superior e inferior de salida, y lo almacena en la base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente 43. En la etapa S404, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 determina si se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida excluyendo el generador desviado. En un caso en el que no se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida excluyendo el generador desviado, el método vuelve a la etapa S401; y en un caso en el que se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método finaliza.

En la Figura 9 mencionada anteriormente, se determina que el generador G2 a controlar es un generador no desviado. En los datos de series temporales de valor de comando de salida  $P_{M2}(t)$  del generador no desviado G2, se muestran el componente de cantidad excedente de límite superior  $\Delta P_{M2um}$  y el componente de cantidad excedente de límite inferior  $\Delta P_{M21m}$ .

El conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 2 calcula el valor mínimo de la diferencia obtenida restando  $P_{M21}$  de  $P_{M2}(t)$ , como el componente de cantidad excedente de límite inferior  $\Delta P_{M21m}$ , utilizando los datos de series temporales del valor de comando de salida  $P_{M2}(t)$  del generador no desviado G2, el valor límite inferior de salida  $P_{m21}$  y la siguiente Expresión (3).

[Expresión 3]

$$\Delta P_{M21m} = \min\{P_{M2}(t) - P_{M21}\} \dots\dots\dots (3)$$

Además, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 calcula el valor mínimo de la diferencia obtenida restando  $P_{M2}(t)$  de  $P_{M2u}$ , como el componente de cantidad excedente de límite superior  $\Delta P_{M2um}$ , mediante el uso de los datos de series temporales de valor de comando de salida  $P_{M2}(t)$  del generador no desviado G2, el valor límite superior de salida  $P_{M2u}$  y la siguiente Expresión (4).

[Expresión 4]

$$\Delta P_{M2um} = \min\{P_{M2u} - P_{M2}(t)\} \dots\dots\dots (4)$$

Aquí, tanto  $\Delta P_{M21m}$  como  $\Delta P_{M2um}$  son positivos. Dichos componentes de cantidad excedente se obtienen fácilmente a partir de datos de series temporales de valor de comando de salida. Esto facilita al operador del sistema la comprensión del componente de cantidad excedente. Además, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede utilizar otros valores como el componente de cantidad excedente (estado excedente y cantidad excedente). Por ejemplo, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 puede utilizar la velocidad controlable del generador no desviado como el componente de cantidad excedente. Lo anterior es el detalle de la etapa S400.

En la etapa S500, el conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24 lee el componente de cantidad de desviación de cada generador desviado de los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, en la memoria 12, calcula la suma de los componentes de cantidad de desviación de todos los generadores desviados, como una cantidad de ajuste de salida total (desviación) del generador no desviado que es la cantidad de ajuste de salida total de todos los generadores no desviados, y la almacena en la base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44. Además, el conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24 puede utilizar otros valores como la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado.

En la etapa S600, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 determina la diana de ajuste de salida usando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23, y los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24, y lo almacena en la base de datos de resultado de determinación de diana de ajuste de salida 45. Aquí se describirán los detalles de la etapa S600.

La Figura 11 muestra un método del conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 del Ejemplo 1.

En la etapa S601, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 lee los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, selecciona un generador a controlar como el generador candidato de diana de ajuste de salida en orden entre los generadores que se controlarán, y lee información que indica el generador candidato de diana de ajuste de salida en la memoria 12. En la etapa S602, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 determina el tipo de generador candidato de diana de ajuste de salida. En este caso, en un caso en el que el tipo de generador diana de ajuste de salida es un generador desviado, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 procede a la etapa S603. Por otro lado, en un caso en el que el tipo de generador diana de ajuste de salida es un generador no desviado, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 procede a la etapa S604. En la etapa S603, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 lee el componente de cantidad de desviación del generador desviado de los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, en la memoria 12, establece el valor obtenido al invertir los signos del componente de cantidad de desviación de lectura como la cantidad de ajuste de salida (la cantidad de ajuste) del generador desviado, y lo almacena en la base de datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida 45. En la etapa S604, la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviada de los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24 se lee en la memoria 12, y se determina si el signo de la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado es positivo o negativo. Aquí, en un caso donde el signo es positivo, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 procede a la etapa S605. Por otro lado, en un caso en el que el signo es negativo, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 procede a la etapa S606. En la etapa S605, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 lee los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23 en la memoria 12, divide proporcionalmente la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado de acuerdo con la relación del componente de cantidad excedente de límite superior del generador no desviado, y lo lee en la memoria 12. En la etapa S606, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 lee los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23, divide proporcionalmente la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado de acuerdo con la relación del componente de cantidad excedente de límite inferior del generador no desviado, y lo lee en la memoria 12. En la etapa S607, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 establece la cantidad de división proporcional al generador no desviado, entre el resultado de proporción leído en la memoria 12, como el generador de salida, y lo almacena en la base de datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida 45. En la etapa S608, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 determina si se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida. En un caso en el que no se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método vuelve a la etapa S601; y en un caso en el que se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método finaliza. Lo anterior es el detalle de la etapa S600.

Por lo tanto, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga establece una cantidad de ajuste de salida para cancelar el componente de cantidad de desviación para cada generador desviado y distribuye la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado, que es la suma de los componentes de cantidad de desviación, al generador no desviado, dependiendo del componente de cantidad excedente, evitando así la desviación del valor de comando de salida y la frecuencia del sistema mientras se suprime la influencia en la salida total de los generadores a controlar. En otras palabras, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga determina la suma de las cantidades de ajuste de salida de todos los generadores no desviados para cancelar la cantidad de ajuste de salida total de todos los generadores desviados.

Además, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 puede utilizar una condición de componente de cantidad excedente para que la suma de los componentes de cantidad excedente de todas las cantidades de generación de energía no desviada alcance la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado. En un caso en el que no se cumple la condición de componente de cantidad excedente, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 puede cambiar la condición de cálculo y ejecutar las etapas S300 a S600 nuevamente. Por ejemplo, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede establecer de antemano una pluralidad de niveles con excedente para los valores límite superior e inferior de salida de cada generador a controlar. En este caso, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga realiza el cálculo al establecer un valor límite superior e inferior de salida específico como la condición de cálculo, y en un caso en que no se cumple la condición del componente de cantidad excedente, se establecen valores límite superior e inferior de salida más amplios como la condición de cálculo, y se realiza el cálculo. Además, por ejemplo, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede establecer por adelantado una pluralidad de niveles con excedente, para los valores límite superior e inferior de frecuencia del sistema. En este caso, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga realiza el cálculo mediante el establecimiento de un valor límite superior e inferior de frecuencia del sistema específico como condición de cálculo, y en un caso en que no se cumple la condición del componente de cantidad excedente, se establecen valores límite superior e inferior de frecuencia del sistema más amplios como condición de cálculo y se realiza el cálculo.

Además, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede calcular los datos de series temporales del valor de comando de salida y los datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema en un caso en el que se aplica la cantidad de ajuste de salida.

Además, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede determinar si los datos de series temporales se desvían del valor límite superior de salida y también determinar si los datos de series temporales no se desvían del valor límite inferior de salida, con respecto a cada generador a controlar. En este caso, por ejemplo, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede calcular un componente de cantidad de desviación con respecto al valor límite superior de salida y un componente de cantidad excedente con respecto al valor límite inferior de salida, para un determinado generador a controlar.

De acuerdo con el procesamiento anterior, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede calcular fácilmente la cantidad de ajuste de salida del generador desviado a partir del componente de cantidad de desviación del generador desviado. Además, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede calcular fácilmente la cantidad de ajuste de salida del generador no desviado, sobre la base del componente de cantidad de desviación del generador desviado y el componente de cantidad excedente del generador no desviado. Por lo tanto, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede calcular la cantidad de ajuste de salida a alta velocidad, y el método se puede completar incluso con un ciclo de control más corto.

La Figura 12 muestra una pantalla de información del generador del Ejemplo 1.

La pantalla de información del generador incluye información de desviación 410 e información de ajuste de salida 420.

La información de desviación 410 indica el estado antes del ajuste de salida. La información de desviación 410 incluye, por ejemplo, la presencia o ausencia 411 de desviación de los valores límite superior e inferior de la frecuencia del sistema, un campo de selección 412 para recibir la selección del generador desviado, un componente de cantidad de desviación 413 del generador, un tiempo de desviación 414 en el que un valor de comando de salida del generador se desvía de los valores límite superior e inferior de salida, y un diagrama del sistema 415 que muestra la posición del generador.

La información de ajuste de salida 420 indica el estado después del ajuste de salida. La información de ajuste de salida 420 indica, por ejemplo, la presencia o ausencia 421 de desviación de los valores límite superior e inferior de la frecuencia del sistema, un campo de selección 422 para recibir la selección de un generador de ajuste que se someterá a ajuste de salida, una cantidad de ajuste de salida 423 del generador y un diagrama del sistema 425 que muestra la posición del generador.

Dado que dichos resultados de cálculo se muestran en la pantalla del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga o el dispositivo de control de supervisión 200 a través de la red de comunicación 300, es posible conocer de un vistazo un generador, un componente de cantidad de tiempo y desviación que el generador desvía, y un generador y una medida en que el generador debe ajustarse, en el sistema de energía 100.

La Figura 13 muestra una pantalla de datos de series temporales del Ejemplo 1.

La pantalla de datos de series temporales muestra los datos de series temporales antes del ajuste de salida y los datos de series temporales después del ajuste de salida. En la pantalla de datos de series temporales, por ejemplo, la pantalla de datos de series temporales muestra unos datos de series temporales de variación de frecuencia de sistema 431 (línea discontinua) antes del ajuste de salida, un sistema de datos de series temporales de variación de frecuencia 441 (línea continua) después del ajuste de salida, un campo de selección 432a para recibir la selección del generador a controlar, un valor de comando de salida de datos de series temporales 433a (línea discontinua) del generador antes del ajuste de salida, un componente de cantidad de desviación 434a en un caso en que el generador es un generador desviado, una cantidad de ajuste de salida 436a del generador, un valor de comando de salida de datos de series temporales 443a (línea continua) del generador después del ajuste de salida, un campo de selección 432b para recibir la selección de otro generador a controlar, un valor de comando de salida de datos de series temporales 433b (línea discontinua) del generador antes del ajuste de salida, un componente de cantidad excedente 435b en un caso en que el generador es un generador no desviado, una cantidad de ajuste de salida 436b del generador y datos de series temporales del valor de comando de salida 443b (línea continua) del generador después de mostrar los ajustes de salida.

De acuerdo con este ejemplo, se sabe que los datos de series temporales del valor de comando de salida 443a después del ajuste de salida del generador desviado G1 no se desvían de los valores límite superior e inferior de salida, y los datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema 441 después del ajuste de salida se desvían de los valores límite superior e inferior de frecuencia del sistema.

Dado que los resultados de cálculo tales como la pantalla de información de series temporales se muestran en la pantalla del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga o el dispositivo de control de supervisión 200 a través de la red de comunicación 300, es posible saber de un vistazo, un tiempo y un componente de cantidad de desviación que tiene el generador desviado en el sistema de energía 100, o un tiempo y un componente de cantidad excedente que tiene el generador no desviado. Además, en un caso donde hay una pluralidad de generadores desviados o generadores no desviados, el operador del sistema puede seleccionar a través de los campos de selección 432a y 432b, un generador, y verificar un resultado de cálculo de cambio de series temporales, un resultado de cálculo de

componente de cantidad de desviación, un resultado de cálculo de componente de cantidad excedente, con respecto al generador seleccionado.

#### Ejemplo 2

5 En el presente ejemplo, se describe un ejemplo de un dispositivo para controlar una frecuencia de carga en el que el cálculo de componente de cantidad de desviación, el cálculo de componente de cantidad excedente, el cálculo de la cantidad de ajuste de salida y la determinación de la diana de ajuste de salida se realizan mediante el uso de los datos de resultado de cálculo del espectro de frecuencia calculados mediante el cálculo del espectro de frecuencia, mejorando así la posibilidad de ajuste de salida.

La Figura 14 muestra una configuración funcional de un dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga del Ejemplo 2.

15 El dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga incluye una base de datos de entrada de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga 30 que incluye una base de datos anterior de salida de energía renovable 31, una base de datos de modelo de sistema 32, una base de datos de sistema 33 y una base de datos de rendimiento del generador 34, un conjunto de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga 20x que incluye un conjunto de cálculo de estimación de estado 29, un conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21, un conjunto de cálculo de espectro de frecuencia 28, un conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22, un conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23, un conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24 y un conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25; una base de datos de resultado de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga 40x que incluye una base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41, una base de datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia 48, una base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación 42, una base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente 43, una base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44 y una base de datos de resultados de determinación de dianas de ajuste de salida 45; un conjunto de comando de ajuste de salida 26; y un conjunto de control de visualización 27.

30 Los datos de entrada de datos de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga D10 que se ingresa a la base de datos de entrada de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga 30x incluye datos de salida anterior de energía renovable D11, datos de modelo de sistema D12, datos de sistema D13 y datos de rendimiento del generador D14. El conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 realiza el cálculo de cambio de series temporales mediante el uso de los datos anteriores de salida de energía renovable D11, los datos de modelo de sistema D12 y los datos de sistema D13, y genera los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21. El conjunto de cálculo de espectro de frecuencia 28 realiza el cálculo de espectro de frecuencia mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, y genera los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia D28. El conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 realiza el cálculo de componente de cantidad de desviación mediante el uso de los datos de rendimiento del generador D14, los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 y los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia D28, y genera los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22. El conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 realiza el cálculo de componente de cantidad excedente mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia D28 y los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, y genera los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23. El conjunto de cálculo de la cantidad de ajuste de salida realiza el cálculo de la cantidad de ajuste de salida mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, y genera los datos de resultado de cálculo de la cantidad de ajuste de salida D24. El conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 determina la diana de ajuste de salida mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23, y los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24, y genera los datos de resultado de determinación de diana de ajuste de salida D25. El conjunto de comando de ajuste de salida 26 transmite el comando de ajuste de salida a la diana de ajuste de salida mediante el uso de los datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida D25. El conjunto de control de visualización 27 utiliza los datos de resultado de cálculo de cantidad de control de frecuencia de carga D20 para mostrar la información de cada resultado de cálculo en el dispositivo de visualización.

La Figura 15 muestra una configuración de hardware del dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga y un sistema de energía del Ejemplo 2.

60 En este ejemplo, los elementos denotados por los mismos números de referencia que los del Ejemplo 1 son iguales o equivalentes a los elementos del Ejemplo 1, por lo que se omite su descripción. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga del presente ejemplo incluye un dato de resultado de cálculo de espectro de frecuencia D28 además de los elementos del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga del Ejemplo 1.

65 El dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga incluye un conjunto de visualización 15, un conjunto de

entrada 13 tal como un teclado y un ratón, un conjunto de comunicación 14, un ordenador o servidor informático (CPU: Unidad Central de Procesamiento) 11, una memoria 12 y varias bases de datos (la base de datos anterior de salida de energía renovable 31, la base de datos de modelo de sistema 32, la base de datos de sistema 33, la base de datos de rendimiento del generador 34, la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41, la base de datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia 48, la base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación 42, la base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad excedente 43, la base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44, la base de datos de resultados de determinación de dianas de ajuste de salida 45 y la base de datos de programa 50) . Cada uno de estos conjuntos está conectado a la línea de bus 60.

La Figura 16 muestra el contenido almacenado de la base de datos de programas 50 del Ejemplo 2.

En la base de datos de programas 50, por ejemplo, un programa de cálculo de estimación de estado P51, un programa de cálculo de cambio de series temporales P52, un programa de cálculo de espectro de frecuencia P58, un programa de cálculo de componente de cantidad de desviación P53, un programa de cálculo de componente de cantidad excedente P54, un programa de cálculo de cantidad de ajuste de salida P55, un programa de determinación de diana de ajuste de salida P56 y un programa de comando de salida P57 se almacenan como un programa de cálculo (datos de programa D50).

La CPU (11) ejecuta el programa de cálculo leído de la base de datos del programa (50) en la memoria (12) para calcular un estado del sistema plausible, calcular un cambio de series temporales, calcular un espectro de frecuencia, calcular un componente de cantidad de desviación, calcular un componente de cantidad excedente, calcular una cantidad de ajuste de salida, determinar una diana de ajuste de salida, dar un comando de una cantidad de ajuste de salida, dar una instrucción de datos de imagen que se mostrarán, recuperar datos en varias bases de datos y similares.

Once bases de datos se almacenan aproximadamente en el dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga. En lo sucesivo, excluyendo la base de datos de programa 50, y la base de datos de modelo de sistema 32 y la base de datos de rendimiento del generador 34, que ya se han descrito, se proporcionará una descripción sobre la base de datos anterior de resultados de energía renovable 31, la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41, la base de datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia 48, la base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación 42, la base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad excedente 43, la base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44 y la base de datos de resultados de determinación de dianas de ajuste de salida 45.

La Figura 17 muestra los datos anteriores de salida de energía renovable D11 del Ejemplo 2.

La base de datos anterior de salida de energía renovable 31 incluye, como datos anteriores de salida de energía renovable D11, un espectro de salida de energía renovable que es un espectro de frecuencia de la salida de un generador de energía renovable tal como un generador de energía solar o un generador de energía eólica en un período pasado específico. Ese es, en el presente ejemplo, el caso donde los datos anteriores de salida de energía renovable D11 no son los datos de series temporales, sino que se describirá el espectro de frecuencia.

La base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41 incluye datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 calculados por el programa de cálculo de cambio de series temporales P52, utilizando los datos anteriores de salida de energía renovable D11, los datos de modelo de sistema D12 y los datos de sistema D13. Los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 son, por ejemplo, datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema, datos de series temporales de valor de comando de salida o similares como en el Ejemplo 1. Los detalles de un método para calcular el cambio de series temporales se describirán más adelante.

La base de datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencias 48 incluye los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencias D28 calculados por el programa de cálculo de espectro de frecuencias P58 usando los datos de resultado de cálculo de cambios en series temporales D21. Los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencias D28 incluyen, por ejemplo, el espectro de frecuencias (espectro de variación de frecuencia del sistema) de una variación de frecuencia del sistema, el espectro de frecuencias (espectro de valor de comando de salida) del valor de comando de salida del generador, o similares. Los detalles del método de cálculo de espectro de frecuencia se describirán más adelante.

La base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación 42 incluye los datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación D22 calculados por el programa de cálculo de componentes de cantidad de desviación P53, mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia D28 y los datos de rendimiento del generador D14. Los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22 son, por ejemplo, un componente de cantidad de desviación que es un conjunto del valor máximo del componente de frecuencia y su frecuencia, entre los espectros de valor de comando de salida del generador desviado. Los detalles de un método para calcular el componente de cantidad de desviación se describirán más adelante.

La base de datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad excedente 43 incluye los datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad excedente D23 calculados por el programa de cálculo de componentes de cantidad excedente P54, utilizando el resultado del cálculo de cambio de series temporales y los datos de resultado del cálculo de componente de cantidad de desviación D22. Los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23 son, por ejemplo, un componente de cantidad excedente que es un conjunto del recíproco de frecuencia a la frecuencia del componente de cantidad de desviación y su frecuencia, entre los espectros de valor de comando de salida del generador no desviado. Los detalles de un método para calcular el componente de cantidad excedente se describirán más adelante.

La base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44 incluye el resultado calculado por el programa de cálculo de cantidad de ajuste de salida P55, utilizando los datos de resultado de cálculo de componentes de cantidad de desviación D22. Más adelante se describirá un método de cálculo de la cantidad de ajuste de salida.

La base de datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida 45 incluye los datos de resultado de cálculos de cantidad de ajuste de salida D24 calculados por el programa de determinación de diana de ajuste de salida P56, utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23 y los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D25. Más adelante se describirá un método para determinar la diana de ajuste de salida.

El método del dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga se describirá a continuación.

La Figura 18 muestra un método del dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga del Ejemplo 2.

En la etapa S100, el conjunto de cálculo de estimación de estado 29 realiza el cálculo de estimación de estado, utilizando los datos de modelo de sistema D12 y los datos de sistema D13. A continuación, en la etapa S800, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 calcula un cambio de series temporales, utilizando el resultado de estimación de estado, los datos anteriores de salida de energía renovable D11 y los datos del modelo de sistema D12. A continuación, en la etapa S900, el conjunto de cálculo de espectro de frecuencia 28 calcula un espectro de frecuencia mediante el uso de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21. A continuación, en la etapa S1000, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 realiza un cálculo de componente de cantidad de desviación, utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia D28 y los datos de rendimiento del generador D14. A continuación, en la etapa S1100, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 realiza un cálculo de componente de cantidad excedente utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D22. A continuación, en la etapa S1200, el conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24 realiza el cálculo de cantidad de ajuste de salida mediante los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22. A continuación, en la etapa S1300, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 determina una diana de ajuste de salida mediante los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23, y los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24. Finalmente, en la etapa S1400, el conjunto de comando de ajuste de salida 26 emite un comando de salida a una diana de ajuste de salida, mediante los datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida D25.

Varios resultados de cálculo y datos acumulados en la memoria durante el cálculo pueden visualizarse secuencialmente en la pantalla del dispositivo de control de supervisión 200. De este modo, el operador puede reconocer fácilmente la situación operativa del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga. Los detalles del método anterior se describirán etapa por etapa.

En la etapa S800, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 realiza el cálculo de cambio de series temporales mediante el uso de los datos anteriores de salida de estado D11 y los datos de modelo de sistema D12, y almacena el resultado de cálculo en la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41. Aquí, se describirán detalles de la etapa S800.

La Figura 19 muestra un método de un conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 del Ejemplo 2.

En la etapa 801, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 calcula los datos de series temporales de salida de energía renovable mediante la aplicación de la transformada de Fourier inversa a los datos anteriores de salida de energía renovable D11. En la etapa S802, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 calcula los datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema, utilizando el resultado de estimación de estado obtenido en la etapa S100, los datos del modelo de sistema D12 y los datos de series temporales de salida de energía renovable obtenidos en la etapa S801. En la etapa S803, el conjunto de cálculo de cambio de series temporales 21 calcula los datos de series temporales de valor de comando de salida, utilizando el resultado de estimación de estado obtenido en la etapa S100, los datos del modelo de sistema D12 y los datos de series temporales de salida de energía renovable obtenidos en la etapa S801. Como método para calcular cada cambio de series temporales, por ejemplo,

se utiliza un método conocido. Lo anterior es el detalle de la etapa S800.

5 En la etapa S900, el conjunto de cálculo de espectro de frecuencia 28 realiza el cálculo de espectro de frecuencia mediante el uso del resultado de cálculo de cambio de series temporales y almacena los resultados de cálculo en la base de datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia 48. Aquí, se describirán detalles de la etapa S900.

La Figura 20 muestra un método del conjunto de cálculo de espectro de frecuencia 28 del Ejemplo 2.

10 En la etapa S901, el conjunto de cálculo de espectro de frecuencia 28 lee los datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema a partir de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, en la memoria 12, y calcula el espectro de variación de frecuencia del sistema mediante la aplicación de la transformación de Fourier a este. En la etapa S902, el conjunto de cálculo de espectro de frecuencia 28 lee los datos de series temporales del valor de comando de salida del generador a controlar, a partir de los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, en la memoria 12, y calcula el espectro del valor de comando de salida (espectro de frecuencia) mediante la aplicación de la transformada de Fourier a este. Lo anterior es el detalle de la etapa S900.

15 En la etapa S1000, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 calcula el componente de cantidad de desviación, utilizando el resultado de cálculo de cambio de series temporales y los datos de rendimiento del generador D14, y almacena el resultado de cálculo en la base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación 42. Aquí, se describirán detalles de la etapa S1000.

La Figura 21 muestra un método de un conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 del Ejemplo 2.

25 En la etapa S1001, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 lee los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, selecciona un generador candidato de diana de ajuste de salida en orden entre los generadores a controlar, y lee los datos de series temporales de valor de comando de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida en la memoria 12. En la etapa S1002, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 lee los valores límite superior e inferior de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida, desde la base de datos de rendimiento del generador 34, en la memoria 12, y determina si el valor de comando de salida se desvía de los valores límite superiores e inferiores de salida, utilizando los datos de series temporales de valor de comando de salida y los valores límite superior e inferior de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida. Aquí, en un caso en el que el valor de comando de salida se desvía de los valores límite superiores e inferiores de salida, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 procede a la etapa S1003. Por otro lado, en un caso en el que el valor de comando de salida no se desvía de los valores límite superiores e inferiores de salida, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 procede a la etapa S1005. En la etapa S1003, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 establece el generador candidato de diana de ajuste de salida como un generador desviado y guarda el contenido de configuración en la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41. En la etapa S1004, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 lee el espectro de valor de comando de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida, desde la base de datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia 48, en la memoria 12, selecciona un conjunto de una cantidad de influencia (estado de desviación) que es el componente de frecuencia máxima y la frecuencia de influencia que es la frecuencia de la misma, de entre los espectros de valor de comando de salida, y lo almacena como el componente de cantidad de desviación en la base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación 42. En la etapa S1005, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 determina si se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida. En un caso en el que no se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método vuelve la etapa S1001; y en un caso en el que se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método finaliza.

50 La Figura 22 muestra los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia D28 del Ejemplo 2.

Aquí, los datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia D2 8 incluyen el espectro de variación de frecuencia del sistema  $F_1(f_s)$ , el espectro de valor de comando de salida  $F_{M1}(f_s)$  del generador G1 a controlar y el espectro de valor de comando de salida  $F_{M2}(f_s)$  del generador G2 a controlar, que se predicen para el período de control. Aquí, el generador G1 a controlar se determina como un generador desviado, sobre la base del valor de comando de salida de datos de series temporales  $P_{M1}(t)$ , de manera similar al Ejemplo 1. Además, en el espectro de valor de comando de salida del generador desviado G1, se muestra la cantidad de influencia  $F_{M1d}$ , que es el componente de frecuencia máxima, y la frecuencia de influencia correspondiente  $f_{s1}$ .

60 Usando las siguientes Expresiones 5 y 6, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 calcula un conjunto de la cantidad de influencia  $F_{M1d}$  y la frecuencia de influencia correspondiente  $f_{s1}$ , del componente de frecuencia del espectro de valor de comando de salida  $F_{M1}$  del generador desviado G1, como el componente de cantidad de desviación ( $F_{M1d}, f_{s1}$ ).

65

[Expresión 5]

$$F_{M1d} = \max(F_{M1}(f_s)) \dots \dots \dots (5)$$

5 [Expresión 6]

$$f_{s1} = \arg(\max(F_{M1}(f_s))) \dots \dots \dots (6)$$

10 Dicho componente de cantidad de desviación se puede obtener fácilmente del espectro de frecuencia. Esto facilita que el operador del sistema entienda el componente de cantidad de desviación. Además, el conjunto de cálculo de componente de cantidad de desviación 22 puede calcular y utilizar otros componentes como el componente de cantidad de desviación. Además, dado que hay un caso en el que el componente de cantidad de desviación no está presente dependiendo de los datos anteriores de salida de energía renovable, los datos del sistema y los datos de modelo de sistema. En tal caso, se determina que no hay un componente de cantidad de desviación, y el método procede a la etapa S1005. Lo anterior es el detalle de la etapa S1000.

15 En la etapa S1100, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 calcula el componente de cantidad excedente, utilizando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21 y los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, y lo almacena en la base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente 43. Aquí, se describirán detalles de la etapa S1100.

La figura 23 muestra un método del conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 del ejemplo 2.

25 En la etapa S1101, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 lee los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, selecciona un generador a controlar como el generador candidato de diana de ajuste de salida en orden, excluyendo el generador desviado, de entre los generadores a controlar, y lee la información que indica el generador candidato de diana de ajuste de salida en la memoria 12. En la etapa S1102, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 establece el generador candidato de diana de ajuste de salida como un generador no desviado y guarda el contenido de configuración en la base de datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales 41. En la etapa S1103, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 lee el componente de cantidad de desviación de la base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación 42, en la memoria 12, lee el espectro de valor de comando de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida, de la base de datos de resultado de cálculo de espectro de frecuencia 48, en la memoria 12, calcula el componente de frecuencia de influencia entre el espectro de valores de comando de salida del generador candidato de diana de ajuste de salida como la cantidad diana, calcula el recíproco de la cantidad diana como una cantidad excedente y almacena un conjunto de la cantidad excedente y la frecuencia de influencia como el componente de cantidad excedente en la base de datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente 43. En la etapa S1104, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 determina si se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida excluyendo el generador desviado. En un caso en el que no se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método vuelve a la etapa S1101; y en un caso en el que se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método finaliza.

45 En la Figura 22 mencionada anteriormente, se determina que el generador G2 a controlar es un generador no desviado.

El conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 calcula una cantidad excedente  $F_{M2m}$  a partir de la cantidad diana  $F_{M2}(f_{s1})$  que es la magnitud del componente de frecuencia de la frecuencia de influencia, mediante el uso del espectro de valor de comando de salida  $F_{M2}$  del generador no desviado G2, la frecuencia de influencia  $f_{s1}$  y la siguiente ecuación (7), y establece un conjunto de una cantidad excedente y la frecuencia de influencia como el componente de cantidad excedente ( $F_{M2m}, f_{s1}$ ).

[Expresión 7]

$$F_{M2m} = 1/F_{M2}(f_{s1}) \dots \dots \dots (7)$$

55 Dichos componentes de la cantidad excedente se obtienen fácilmente a partir del espectro del valor de comando de salida. Esto facilita al operador del sistema la comprensión del componente de cantidad excedente. Además, el conjunto de cálculo de componente de cantidad excedente 23 puede utilizar otros componentes como el componente de cantidad excedente. Lo anterior es el detalle de la etapa S1100.

En la etapa S1200, el conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24 lee el componente de cantidad de desviación de cada generador desviado de los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, en la memoria 12, calcula la suma de los componentes de cantidad de desviación de todos los generadores desviados, como una cantidad de ajuste de salida total (desviación) del generador no desviado que es la cantidad de ajuste de salida total de todos los generadores no desviados, y la almacena en la base de datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida 44. Además, el conjunto de cálculo de cantidad de ajuste de salida 24 puede utilizar otros valores como la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado.

En la etapa S1300, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 determina la diana de ajuste de salida usando los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23, y los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24, y lo almacena en la base de datos de resultado de determinación de diana de ajuste de salida 45. Aquí, se describirán detalles de la etapa S1300.

La Figura 24 muestra un método del conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 del Ejemplo 2.

En la etapa S1301, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 lee y extrae los datos de resultado de cálculo de cambio de series temporales D21, selecciona un generador a controlar como el generador candidato de diana de ajuste de salida en orden entre los generadores que se controlarán, y lee información que indica el generador candidato de diana de ajuste de salida en la memoria 12. En la etapa S1302, se determina el tipo del generador diana de ajuste de salida. Aquí, en un caso en el que el tipo de generador es el generador desviado, el método procede al paso S1303. Por otro lado, en un caso en el que el tipo de generador es un generador no desviado, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 procede a la etapa S1304. En la etapa S1303, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 lee el componente de cantidad de desviación del generador desviado de los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación D22, en la memoria 12, establece un valor obtenido al invertir el signo de la cantidad de influencia Fm1d del componente de cantidad de desviación de lectura como la cantidad de ajuste de salida del generador desviado, y almacena los contenidos del ajuste en la base de datos de resultado de determinación de diana de ajuste de salida 45. En la etapa S1304, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 lee los datos de resultado de cálculo de componente de cantidad excedente D23 y los datos de resultado de cálculo de cantidad de ajuste de salida D24 en la memoria 12, y divide proporcionalmente la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado de acuerdo con la relación de cantidad excedente del generador no desviado. En la etapa S1305, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 establece el resultado de proporción como la cantidad de ajuste de salida del generador no desviado, y lo almacena en la base de datos de resultados de determinación de diana de ajuste de salida 45. En la etapa S1306, el conjunto de determinación de diana de ajuste de salida 25 determina si se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida. En un caso en el que no se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método vuelve la etapa S1301; y en un caso en el que se han seleccionado todos los generadores candidatos de diana de ajuste de salida, el método finaliza. Lo anterior es el detalle de la etapa S1300.

En un caso donde se detectan una pluralidad de generadores desviados y una pluralidad de frecuencias de influencia, el dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga puede calcular la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado, el componente de cantidad excedente del generador no desviado y la cantidad de ajuste de salida del generador no desviado, para cada una de las frecuencias de influencia.

En lugar de los valores límite superior e inferior de salida, el valor límite superior de cada componente de frecuencia se puede establecer por adelantado. En este caso, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga determina si cada componente de frecuencia se desvía del valor límite superior y compara cada componente de frecuencia del espectro de valores de comando de salida con el valor límite superior para calcular el componente de cantidad de desviación y el componente de cantidad excedente.

El dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga elimina el componente de la frecuencia de influencia que da la mayor influencia sobre la desviación, del espectro del valor de comando de salida del generador desviado, distribuye la cantidad de ajuste de salida total del generador no desviado que es la suma de la magnitud del componente de cantidad de desviación, de acuerdo con la magnitud del componente de cantidad excedente, a los generadores no desviados, y agrega el componente de la frecuencia de influencia del generador no desviado, suprimiendo así la influencia sobre la salida total de los generadores a controlar, y evitando la desviación del valor de comando de salida y la frecuencia del sistema. En otras palabras, el dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga determina la suma de las cantidades de ajuste de salida de los componentes de la frecuencia de influencia de todos los generadores no desviados para cancelar la cantidad de ajuste de salida total de los componentes de la frecuencia de influencia de todos los generadores desviados.

En la etapa S1400, el conjunto de comando de ajuste de salida 26 transmite un comando que indica la cantidad de ajuste de salida del componente de la frecuencia de influencia entre los espectros de valor de comando de salida, a cada generador desviado.

De acuerdo con el procesamiento anterior, el dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga puede calcular fácilmente la cantidad de ajuste de salida del generador desviado a partir del componente de cantidad de desviación del generador desviado. Además, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede calcular fácilmente la cantidad de ajuste de salida del generador no desviado, sobre la base del componente de cantidad de desviación del generador desviado y el componente de cantidad excedente del generador no desviado. Por lo tanto, el dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga puede calcular la cantidad de ajuste de salida a alta velocidad, y el método se puede completar incluso con un ciclo de control más corto.

La Figura 25 muestra una pantalla de información del generador del Ejemplo 2.

La pantalla de información del generador incluye información de desviación 410x e información de ajuste de salida 420x.

La información de desviación 410x indica el estado antes del ajuste de salida. La información de desviación 410x incluye la presencia o ausencia 411 de desviación de los valores límite superior e inferior de la frecuencia del sistema, un campo de selección 412 para recibir la selección del generador desviado, un componente de cantidad de desviación 413x del generador, un tiempo de desviación 414 del generador, y un diagrama de sistema 415 que muestra la posición del generador.

La información de ajuste de salida 420x indica el estado después del ajuste de salida. La información de ajuste de salida 420x indica, por ejemplo, la presencia o ausencia 421 de desviación de los valores límite superior e inferior de la frecuencia del sistema, un campo de selección 422 para recibir la selección de un generador de ajuste que se someterá a ajuste de salida, una cantidad de ajuste de salida 423x del generador y un diagrama del sistema 425 que muestra la posición del generador.

Dado que dichos resultados de cálculo se muestran en la pantalla del dispositivo 10x para controlar una frecuencia de carga o el dispositivo de control de supervisión 200 a través de la red de comunicación 300, es posible conocer de un vistazo un generador, un componente de cantidad de tiempo y desviación que el generador desvía, y un generador y una medida en que el generador debe ajustarse, en el sistema de energía 100.

La Figura 26 muestra una pantalla de datos de series temporales del Ejemplo 2.

La pantalla de datos de series temporales muestra los datos de series temporales antes del ajuste de salida y los datos de series temporales después del ajuste de salida. En la pantalla de datos de series temporales, por ejemplo, unos datos de series temporales de variación de frecuencia de sistema 431 (línea discontinua) antes del ajuste de salida, un sistema de datos de series temporales de variación de frecuencia 441 (línea continua) después del ajuste de salida, un campo de selección 432a para recibir la selección del generador a controlar, un valor de comando de salida de datos de series temporales 433a (línea discontinua) del generador antes del ajuste de salida, un componente de cantidad de desviación 434ax en un caso en que el generador es un generador desviado, un tiempo de desviación 437a del generador, un cantidad de ajuste de salida 436ax del generador, un valor de comando de salida de datos de series temporales 443a (línea continua) del generador después del ajuste de salida, un campo de selección 432b para recibir la selección de otro generador a controlar, un valor de comando de salida de datos de series temporales 433b (línea discontinua) del generador antes del ajuste de salida, un componente de cantidad excedente 435bx en un caso en que el generador es un generador no desviado, una cantidad de ajuste de salida 436bx del generador y datos de series temporales del valor de comando de salida 443b (línea continua) del generador después de mostrar los ajustes de salida.

Dado que los resultados de cálculo tales como la pantalla de información de series temporales se muestran en la pantalla del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga o el dispositivo de control de supervisión 200 a través de la red de comunicación 300, es posible saber de un vistazo cómo los datos de series temporales del valor de comando de salida del generador desviado y el generador no desviado en el sistema de energía 100 se someten a ajuste de salida. Además, en un caso donde hay una pluralidad de generadores desviados o generadores no desviados, el operador del sistema puede seleccionar un generador, y verificar un resultado de cálculo de cambio de series temporales, un resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación, un resultado de cálculo de componente de cantidad excedente, y un resultado de determinación de diana de ajuste de salida, con respecto al generador seleccionado.

La Figura 27 muestra una pantalla de espectro de frecuencias del Ejemplo 2.

En la pantalla de espectro de frecuencia, se muestra el espectro de frecuencia antes del ajuste de salida y el espectro de frecuencia después del ajuste de salida. En la pantalla de datos de espectro de frecuencia, por ejemplo, un espectro de variación de frecuencia de sistema 451 (línea discontinua) antes del ajuste de salida, un espectro de variación de frecuencia de sistema 461 (línea continua) después del ajuste de salida, un campo de selección 432a para recibir la selección del generador a controlar, un espectro de valor de comando de salida 453a (línea discontinua) del generador antes del ajuste de salida, un componente de cantidad de desviación 454a en un caso en que el generador es un

5 generador desviado, un cantidad de ajuste de salida 456a del generador, un espectro de valor de comando de salida 463a (línea continua) del generador después del ajuste de salida, un campo de selección 432b para recibir la selección de otro generador a controlar, un espectro valor de comando de salida 453b (línea discontinua) del generador antes del ajuste de salida, un componente de cantidad excedente 455b en un caso en que el generador es un generador no desviado, una cantidad de ajuste de salida 456b del generador y un espectro de valor de comando de salida 463b (línea continua) del generador después de mostrar los ajustes de salida.

10 Dado que los resultados de cálculo tales como la pantalla de espectro de frecuencias se muestran en la pantalla del dispositivo 10 para controlar una frecuencia de carga o el dispositivo de control de supervisión 200 a través de la red de comunicación 300, es posible saber de un vistazo cómo se ajustan los espectros de valor de comando de salida del generador desviado y el generador no desviado. Además, en un caso donde hay una pluralidad de generadores desviados o generadores no desviados, el operador del sistema puede seleccionar un generador, y verificar un resultado de cálculo de cambio de series temporales, un resultado de cálculo de componente de cantidad de desviación, un resultado de cálculo de componente de cantidad excedente, y un resultado de determinación de diana de ajuste de salida, con respecto al generador seleccionado.

15 En los métodos de cada ejemplo anterior, el orden de las etapas puede intercambiarse en algunos casos. Por ejemplo, S400 y S500, y S1100 y S1200 pueden intercambiarse.

20 De acuerdo con cada uno de los ejemplos descritos anteriormente, el dispositivo para controlar una frecuencia de carga calcula la cantidad de ajuste de salida de cada generador a controlar, mientras suprime el componente de cantidad de desviación del generador desviado y mantiene la salida total de la pluralidad de generadores a controlar como condiciones de ajuste, manteniendo así el equilibrio de oferta-demanda mientras evita la desviación de la frecuencia del sistema. Además, el dispositivo para controlar una frecuencia de carga almacena los valores límite superior e inferior de salida, y predice los datos de series temporales de valor de comando de salida, calculando así fácilmente la cantidad de ajuste de salida. Además, el dispositivo para controlar una frecuencia de carga divide una pluralidad de generadores a controlar en un generador desviado y un generador no desviado, y calcula el componente de cantidad de desviación del generador desviado y el componente de cantidad excedente del generador no desviado, calculando así fácilmente la cantidad de ajuste que satisface la condición de ajuste. Además, el dispositivo para controlar una frecuencia de carga muestra el resultado del cálculo en el dispositivo de visualización, de modo que el operador del sistema pueda conocer al menos una pieza de información antes del ajuste de salida o el ajuste de salida. Además, el dispositivo para controlar una frecuencia de carga muestra información sobre la variación de la frecuencia del sistema en el dispositivo de visualización, de modo que el operador del sistema pueda conocer la variación de la frecuencia del sistema que requiere un ajuste de salida. Además, el dispositivo para controlar una frecuencia de carga transmite un comando basado en la cantidad de ajuste de salida al generador a controlar, y ajusta la salida del generador a controlar, evitando así la desviación de la frecuencia del sistema prevista.

35 Aunque las realizaciones de la presente invención se han descrito anteriormente, estos son ejemplos para explicar la presente invención, y el alcance de la presente invención no se limita a la configuración anterior. La presente invención se puede implementar en varias otras formas.

Lista de signos de referencia

- 10, 10x: DISPOSITIVO PARA CONTROLAR LA FRECUENCIA DE CARGA
- 11: CPU
- 12: MEMORIA
- 13: CONJUNTO DE ENTRADA
- 14: CONJUNTO DE COMUNICACIÓN
- 15: CONJUNTO DE VISUALIZACIÓN
- 20, 20x: CONJUNTO DE CÁLCULO DE CANTIDAD DE CONTROL DE FRECUENCIA DE CARGA
- 21: CONJUNTO DE CÁLCULO DE CAMBIO DE SERIES TEMPORALES
- 22: CONJUNTO DE CÁLCULO DE COMPONENTE DE CANTIDAD DE DESVIACIÓN

## ES 2 928 572 T3

- 23: CONJUNTO DE CÁLCULO DE COMPONENTE DE CANTIDAD EXCEDENTE
  - 24: CONJUNTO DE CÁLCULO DE CANTIDAD DE AJUSTE DE SALIDA
  - 25: CONJUNTO DE DETERMINACIÓN DE DIANA DE AJUSTE DE SALIDA
  - 26: CONJUNTO DE COMANDO DE AJUSTE DE SALIDA
  - 27: CONJUNTO DE VISUALIZACIÓN
  - 28: CONJUNTO DE CÁLCULO DE ESPECTRO DE FRECUENCIA
  - 29: CONJUNTO DE CÁLCULO DE ESTIMACIÓN DE ESTADO
  - 30, 30x: ENTRADA DE CÁLCULO DE CANTIDAD DE CONTROL DE FRECUENCIA DE CARGA
- BASE DE DATOS
- 40, 40x: CÁLCULO DE CANTIDAD DE CONTROL DE FRECUENCIA DE CARGA
- BASE DE DATOS DE RESULTADO
- 100: SISTEMA DE ENERGÍA
  - 110A, 110B: GENERADOR
  - 120A, 120B, 120C, 120D: NODO
  - 130A, 130B: TRANSFORMADOR
  - 140A, 140B, 140C, 140D: RAMA
  - 150: DISPOSITIVO DE MEDICIÓN
  - 200: DISPOSITIVO DE CONTROL DE SUPERVISIÓN
  - 300: RED DE COMUNICACIÓN

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) que comprende:

5 un dispositivo de almacenamiento de datos, y  
un dispositivo de cálculo conectado al dispositivo de almacenamiento de datos,  
donde el dispositivo de almacenamiento de datos, con respecto a un sistema de energía (100) que incluye un  
generador de energía renovable y una pluralidad de fuentes de energía, está configurado para almacenar:

10 datos de modelo de sistema (D12) que indican un modelo de sistema de energía (100), datos de sistema  
(13B) que indican un estado del sistema de energía (100), datos de energía renovable (D11) que indican  
una salida anterior de la energía renovable generador, y  
datos de fuente de energía que indican limitaciones de salida de cada una de la pluralidad de fuentes  
de energía determinadas por un valor límite superior de salida y un valor límite inferior de salida,  
15 donde el dispositivo de cálculo está configurado para:

predecir datos de series temporales que indican el estado de fuentes de energía individuales en  
un período de control futuro, sobre la base de los datos de modelo de sistema (D12), los datos  
de sistema (13B) y los datos de energía renovable (D11), donde los datos de series temporales  
20 incluyen datos de series temporales de variación de frecuencia de sistema y datos de series  
temporales de valor de comando de salida del generador de energía renovable a controlar,  
calcular en función de los datos de la fuente de energía para cada una de la pluralidad de fuentes  
de energía, al menos uno de  
un estado de desviación que indique en qué medida los datos de las series temporales se  
25 desvían de las limitaciones de salida y un estado excedente que indique en qué medida los datos  
de las series temporales indican un excedente con respecto a las limitaciones de salida, y  
calcular, sobre la base del estado de desviación y el estado excedente, una cantidad de ajuste  
en la salida de cada una de la pluralidad de fuentes de energía bajo la condición de que el estado  
de desviación sea cancelado por el estado excedente, y se mantenga la salida total de la  
30 pluralidad de fuentes de energía, y  
emitir un comando de ajuste a la pluralidad de fuentes de energía, basado en la cantidad  
calculada de ajuste, para controlar la salida de la pluralidad de fuentes de energía de modo que  
se mantenga la salida total de las fuentes de energía.

35 2. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 1,

en el que los datos de series temporales indican un valor de comando de salida de una fuente de energía  
correspondiente, y  
en el que las limitaciones de salida indican un intervalo de un valor de comando de salida de una fuente de  
40 energía correspondiente.

3. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 2,

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para determinar si los datos de series temporales se desvían  
45 o no del intervalo, con respecto a cada fuente de energía,  
en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular un estado de desviación de una fuente de  
energía desviada entre la pluralidad de fuentes de energía, la fuente de energía desviada es una fuente de  
energía de la cual se determina que los datos de series temporales se desvían del intervalo, y  
en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular un estado excedente de una fuente de energía  
50 no desviado entre la pluralidad de fuentes de energía, la fuente de energía no desviada es una fuente de  
energía de la cual se determina que los datos de series temporales no se desvían del intervalo.

4. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 3,

55 en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular una cantidad de desviación de los datos de  
series temporales como el estado de desviación, sobre la base de una diferencia entre el valor límite del  
intervalo y los datos de series temporales, con respecto a la fuente de energía desviada, y  
en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular una cantidad excedente de los datos de series  
temporales como el estado excedente, sobre la base de la diferencia entre el valor límite del intervalo y los  
60 datos de series temporales, con respecto a la fuente de energía no desviada.

5. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 4,

65 en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular la cantidad de desviación que tiene un signo  
que indica una dirección de la desviación con respecto a la fuente de energía desviada, y calcular la cantidad  
de ajuste del valor de comando de salida invirtiendo un signo de la cantidad de desviación, y

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular la suma de las cantidades de desviación de todas las fuentes de energía desviadas como la desviación, y distribuye la desviación a la fuente de energía no desviada de acuerdo con la cantidad excedente de la fuente de energía no desviada para calcular la cantidad de ajuste de un valor de comando de salida de la fuente de energía no desviada.

5

6. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 5,

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para seleccionar como *un* valor específico, datos en un momento en que se produce la mayor desviación del intervalo, de los datos de series temporales, con respecto a la fuente de energía desviada, y calcular un valor obtenido restando el valor límite en el lado de desviación del intervalo del valor específico, como la cantidad de desviación,

10

en el que en un caso donde la desviación es un valor positivo, el dispositivo de cálculo está configurado para usar un valor obtenido restando el valor máximo de los datos de series temporales del valor límite superior del intervalo para la fuente de energía no desviada, como la cantidad excedente, y

15

en el que en un caso donde la desviación es un valor negativo, el dispositivo de cálculo utiliza un valor obtenido restando el valor límite inferior del intervalo del valor mínimo de los datos de series temporales para la fuente de energía no desviada, como la cantidad excedente.

7. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 3,

20

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular un espectro de frecuencia de los datos de series temporales para cada fuente de energía,

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para:

25

detectar para la fuente de energía desviada, una cantidad de influencia que es un estado de desviación que es un valor máximo del componente de frecuencia de espectro de frecuencia, y detecta que dicho componente de frecuencia de espectro de frecuencia es una frecuencia de influencia de la cantidad de influencia, y

30

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para:

detectar un componente de frecuencia de la frecuencia de influencia, del espectro de frecuencia, como una cantidad diana, para la fuente de energía no desviada, y  
calcular una cantidad excedente que disminuye con un aumento en la cantidad diana, como el estado excedente.

35

8. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 7,

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular la cantidad de ajuste del componente de la frecuencia de influencia en el espectro de frecuencia de la fuente de energía desviada, bajo la condición de que se suprima la cantidad de influencia de la frecuencia de influencia de la fuente de energía desviada, y

40

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular la suma de las cantidades de influencia de las frecuencias de influencia de todas las fuentes de energía desviadas como la desviación, y distribuye la desviación a la fuente de energía no desviada de acuerdo con la cantidad excedente de la fuente de energía no desviada para calcular la cantidad de ajuste de un componente de la frecuencia de influencia en un espectro de frecuencia de la fuente de energía no desviada.

45

9. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 8,

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para calcular el recíproco de la cantidad diana como la cantidad excedente para la fuente de energía no desviada.

50

10. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 1,

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para mostrar al menos uno de los datos de series temporales, el estado de desviación, el estado excedente o la cantidad de ajuste en un dispositivo de visualización, para una fuente de energía específica entre la pluralidad de fuentes de energía.

55

11. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 10,

en el que el dispositivo de almacenamiento de datos está configurado para almacenar limitaciones en una frecuencia de sistema del sistema de energía (100), y

60

en el que el dispositivo de cálculo está configurado para predecir datos de series temporales de una variación de la frecuencia del sistema en el período de control, en función de los datos de modelo de sistema (D12), los datos del sistema (13B) y los datos de energía renovable (D11), y mostrar al menos cualquiera de los datos de series temporales de una variación de la frecuencia del sistema y/o presencia o ausencia de una desviación de los datos de series temporales de una variación de la frecuencia del sistema con respecto a las limitaciones en la frecuencia del sistema, en el dispositivo de visualización.

65

12. El dispositivo para controlar una frecuencia de carga (10) según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de cálculo está configurado para transmitir un comando basado en la cantidad de ajuste, a cada fuente de energía.

5 13. Un método para controlar una frecuencia de carga que comprende:

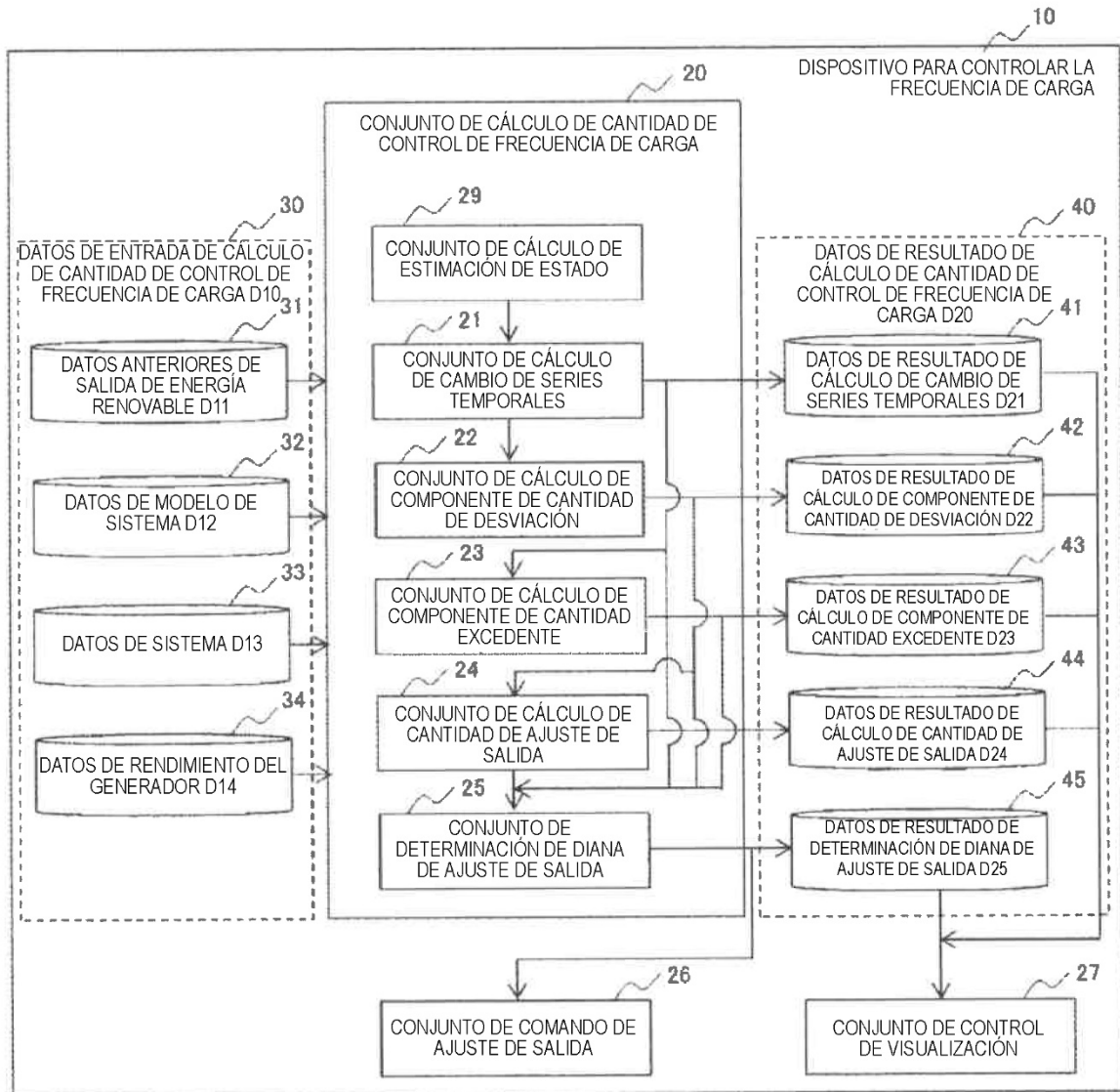
10 predecir, con respecto a un sistema de energía (100) que incluye un generador de energía renovable y una pluralidad de fuentes de energía, datos de series temporales que son datos de series temporales de una salida de cada fuente de energía en un período de control futuro, sobre la base de datos de modelo de sistema (D12) que indican un modelo del sistema de energía (100), datos de sistema (13B) que indican un estado del sistema de energía (100) y datos de energía renovable (D11) que indican una salida anterior del generador de energía renovable, donde los datos de series temporales incluyen datos de series temporales de variación de frecuencia del sistema y datos de series temporales de valor de comando de salida del generador de energía renovable a controlar,

15 calcular, sobre la base de datos de fuente de energía que indican limitaciones de salida de cada fuente de energía, para cada una de la pluralidad de fuentes de energía, al menos uno de un estado de desviación que indique la medida en que los datos de las series temporales se desvían de las limitaciones de salida y un estado excedente que indique en qué medida los datos de las series temporales indican un excedente con respecto a las limitaciones de salida, y

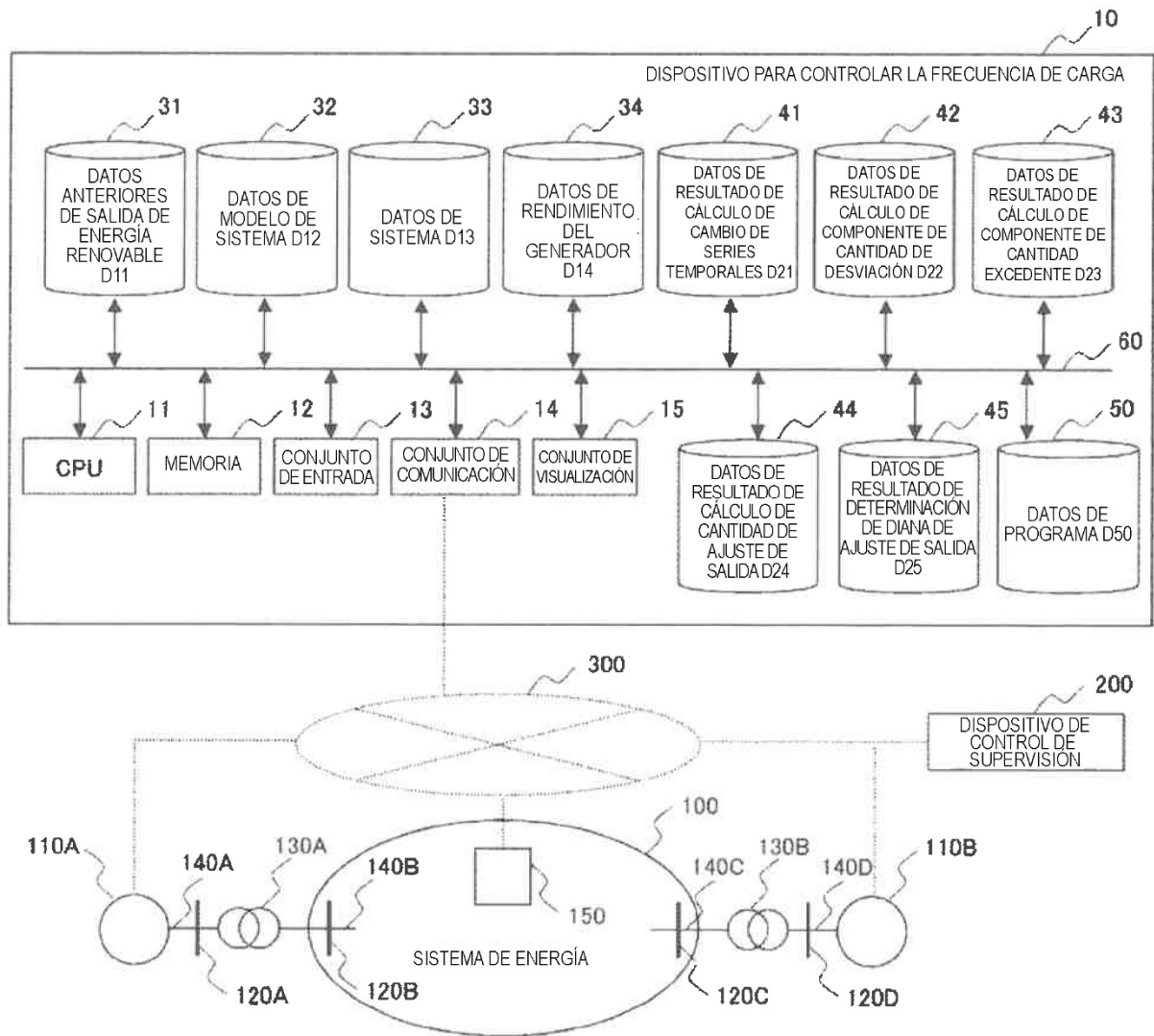
20 calcular la cantidad de ajuste en la salida de cada una de las fuentes de energía, sobre la base del estado de desviación y el estado excedente, con la condición de que el estado de desviación sea cancelado por el estado excedente, y se mantenga la salida total de la pluralidad de fuentes de energía, y emitir un comando de ajuste a la pluralidad de fuentes de energía, basado en la cantidad calculada de ajuste, para controlar la salida de la pluralidad de fuentes de energía de modo que se mantenga la salida total de las

25 fuentes de energía.

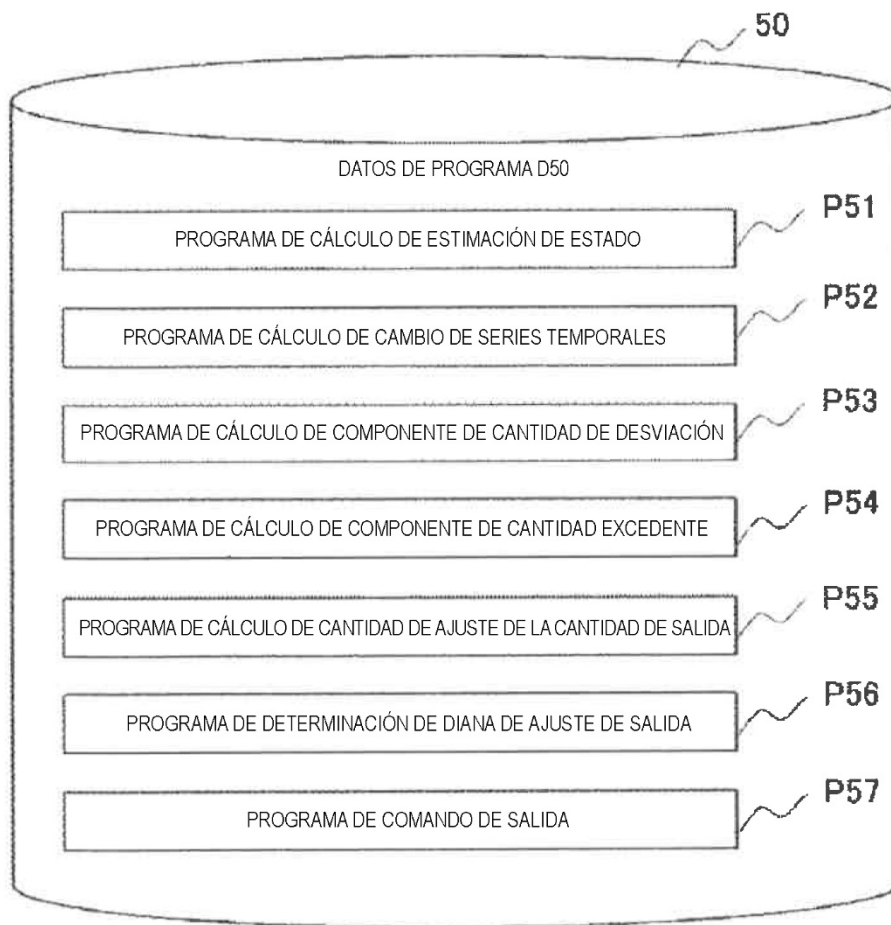
[Fig. 1]



[Fig. 2]

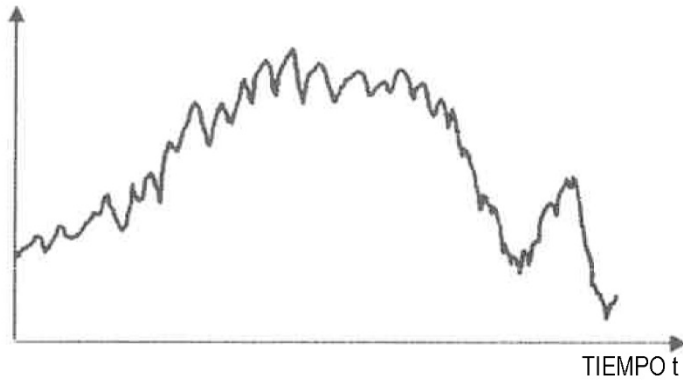


[Fig. 3]

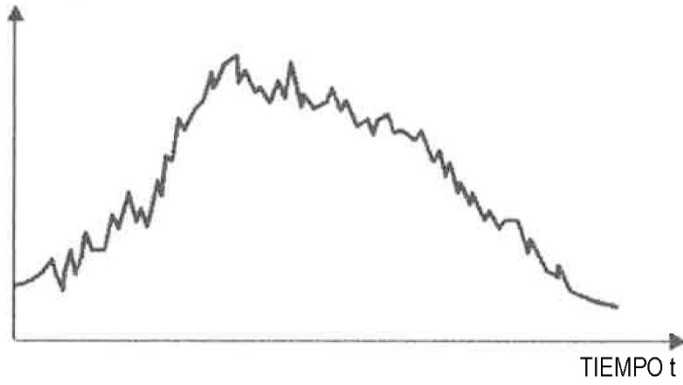


[Fig. 4]

SALIDA  $P_{E1}$  DE FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE R1



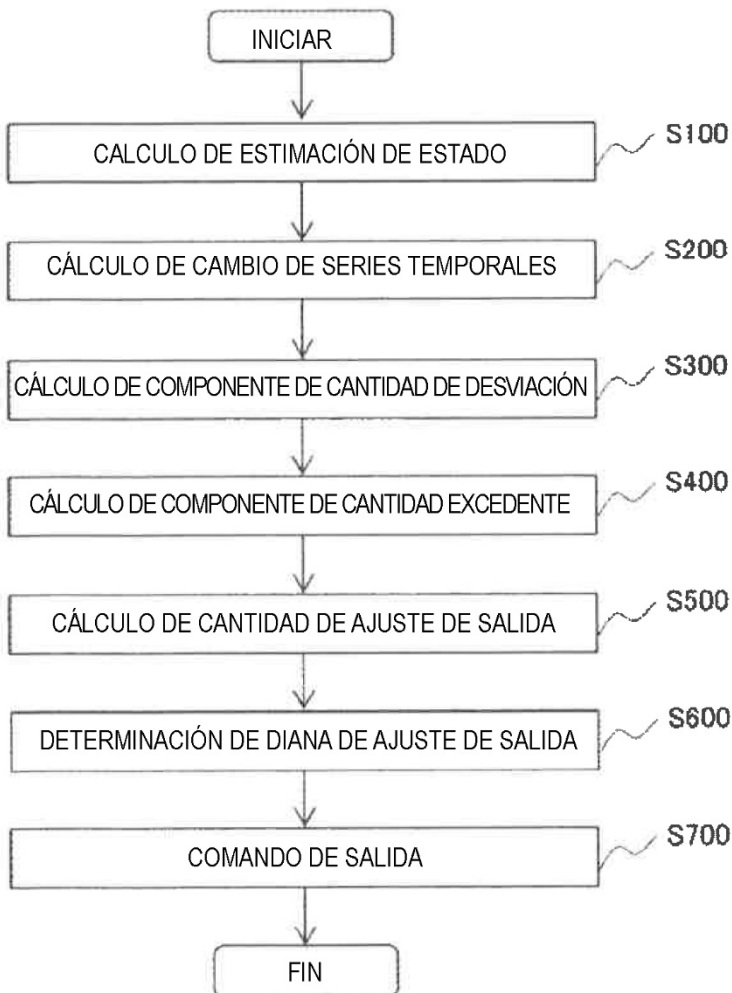
SALIDA  $P_{E2}$  DE FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE R2



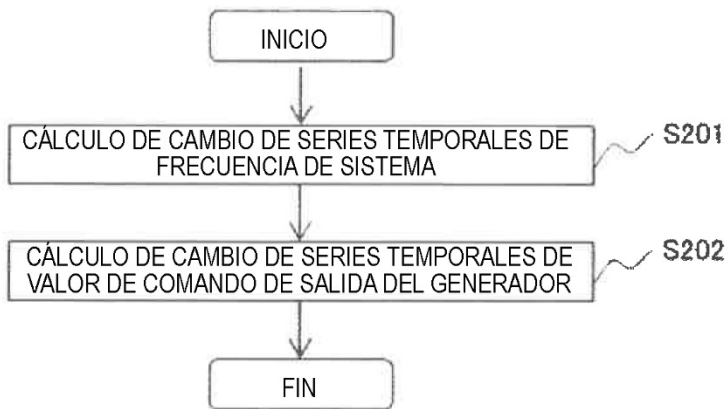
[Fig. 5]

GENERADOR	VALOR LÍMITE SUPERIOR DE SALIDA [MW]	VALOR LÍMITE INFERIOR DE SALIDA [MW]
G1	1000	100
G2	500	50
⋮	⋮	⋮

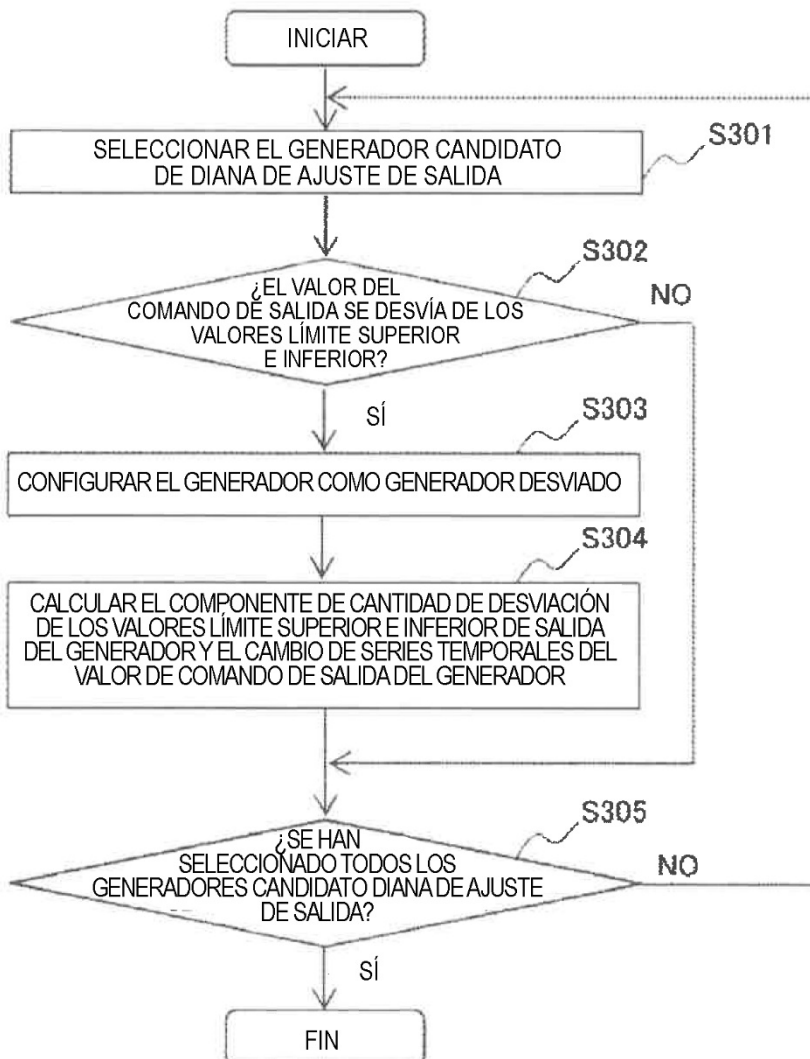
[Fig. 6]



[Fig. 7]

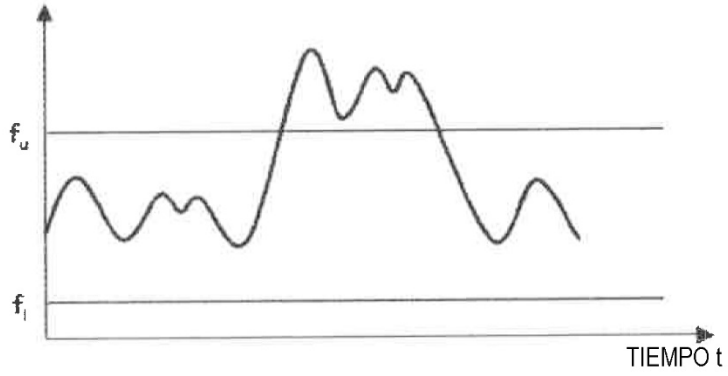


[Fig. 8]

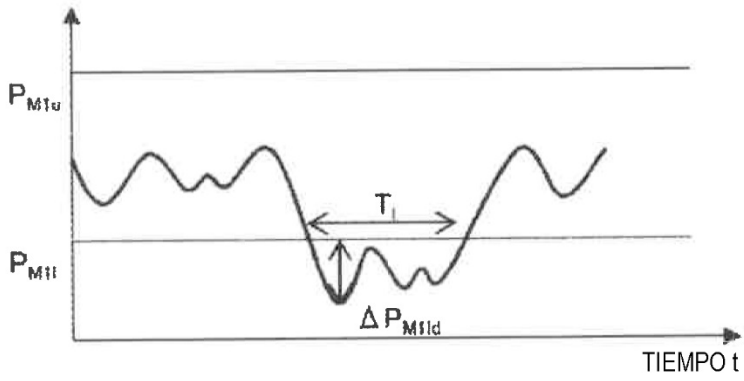


[Fig. 9]

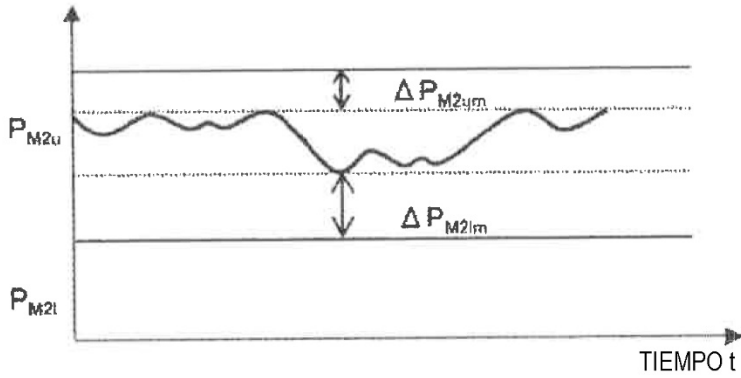
FRECUENCIA DEL SISTEMA  $f$



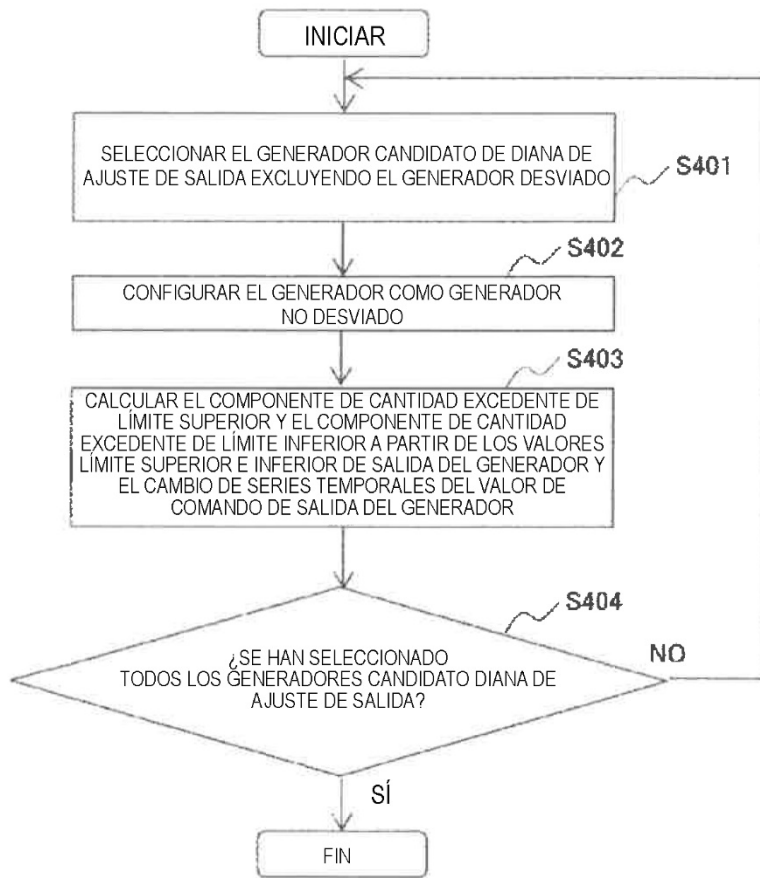
VALOR DE COMANDO DE SALIDA PM1 DEL GENERADOR G1



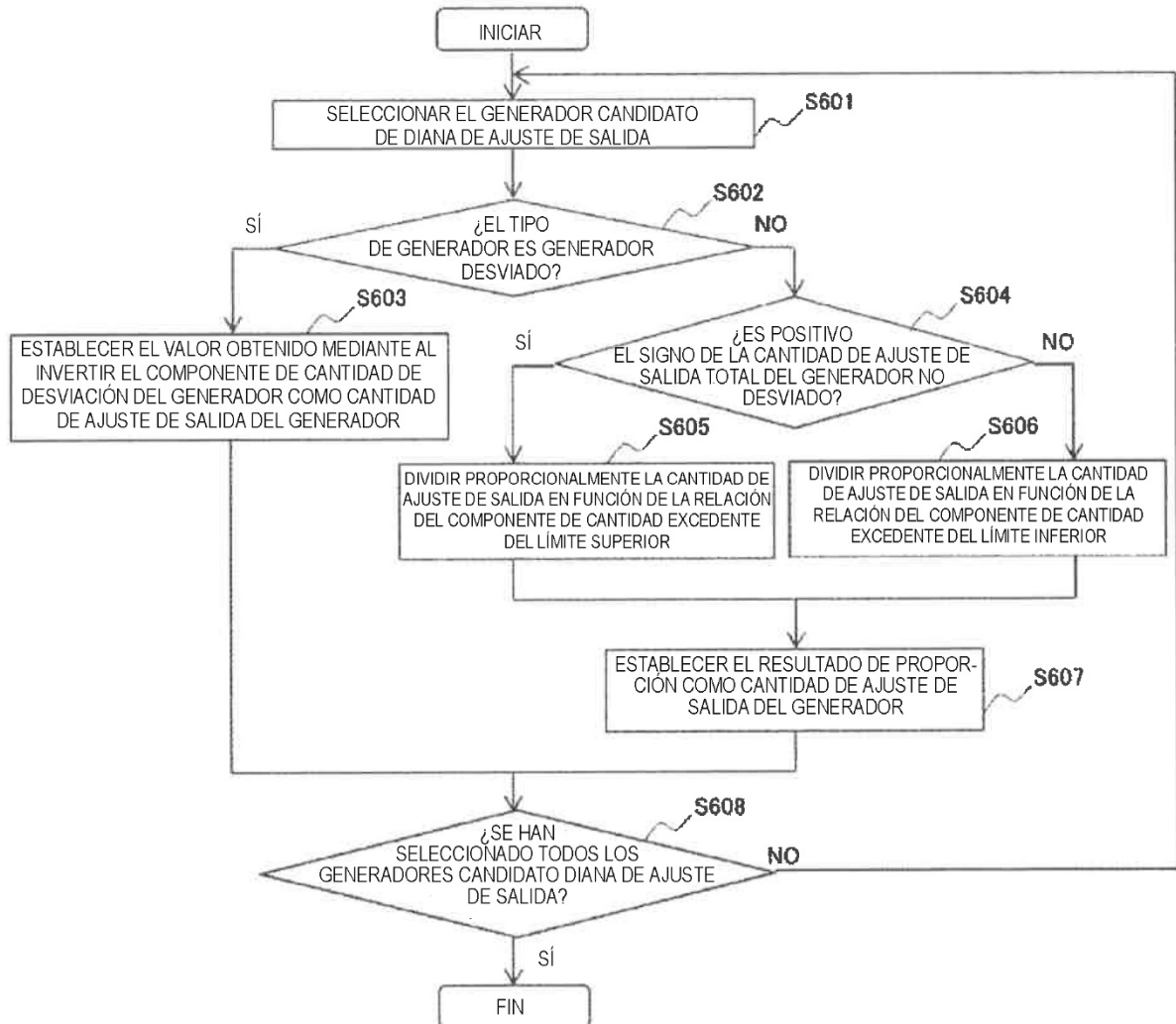
VALOR DE COMANDO DE SALIDA PM2 DEL GENERADOR G2



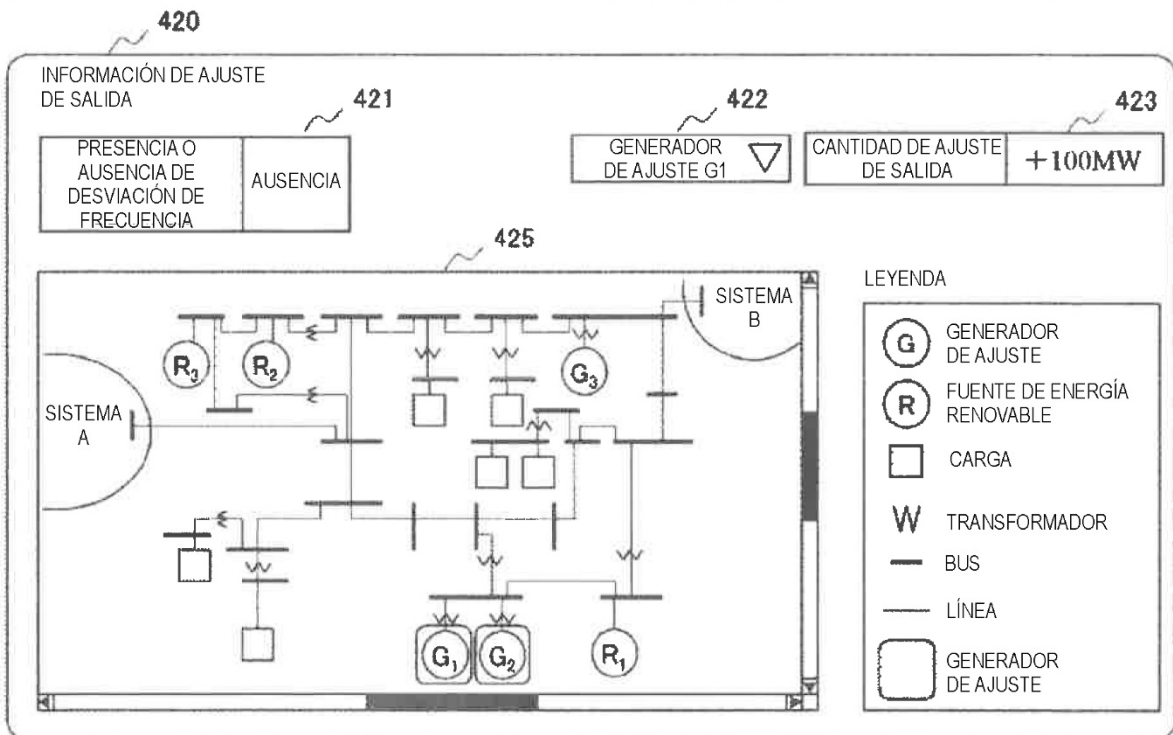
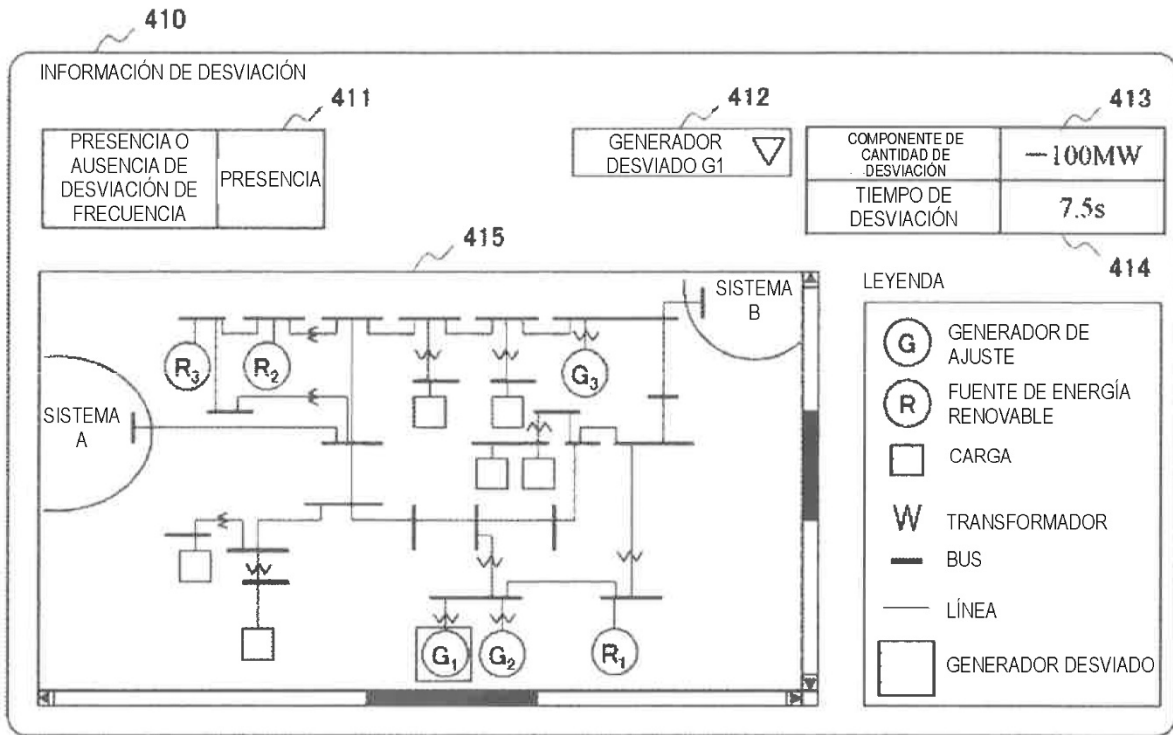
[Fig. 10]



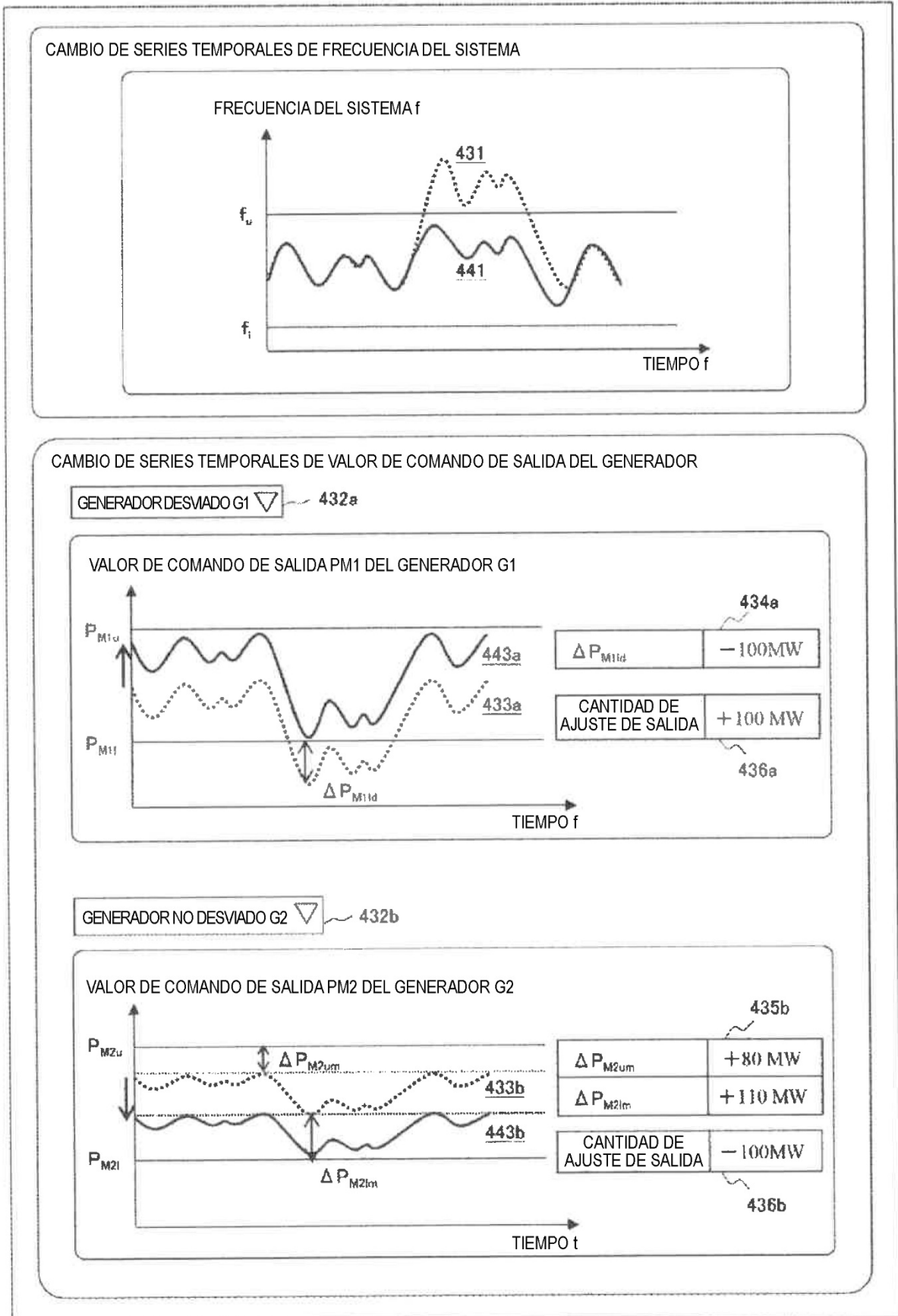
[Fig. 11]



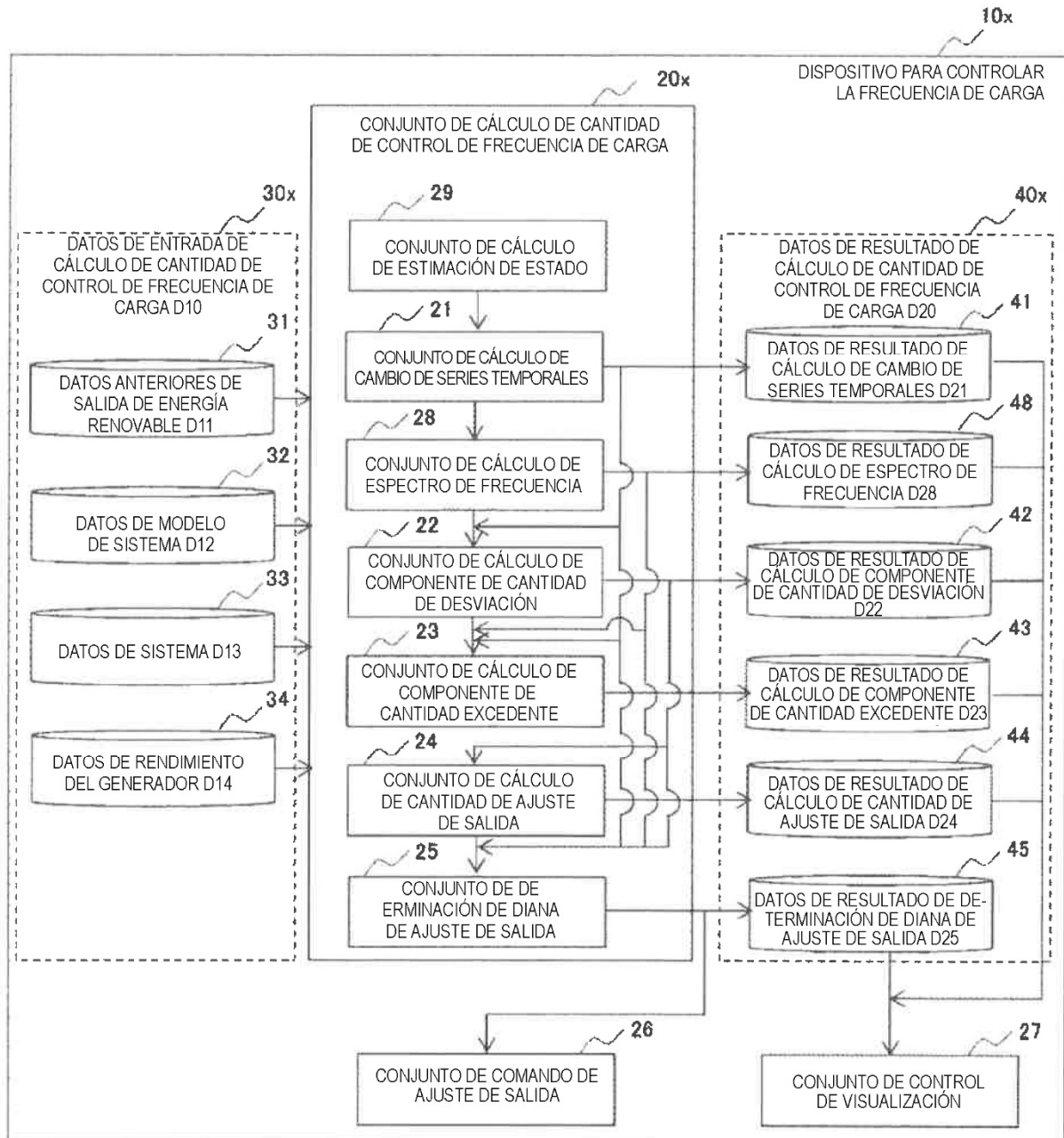
[Fig. 12]



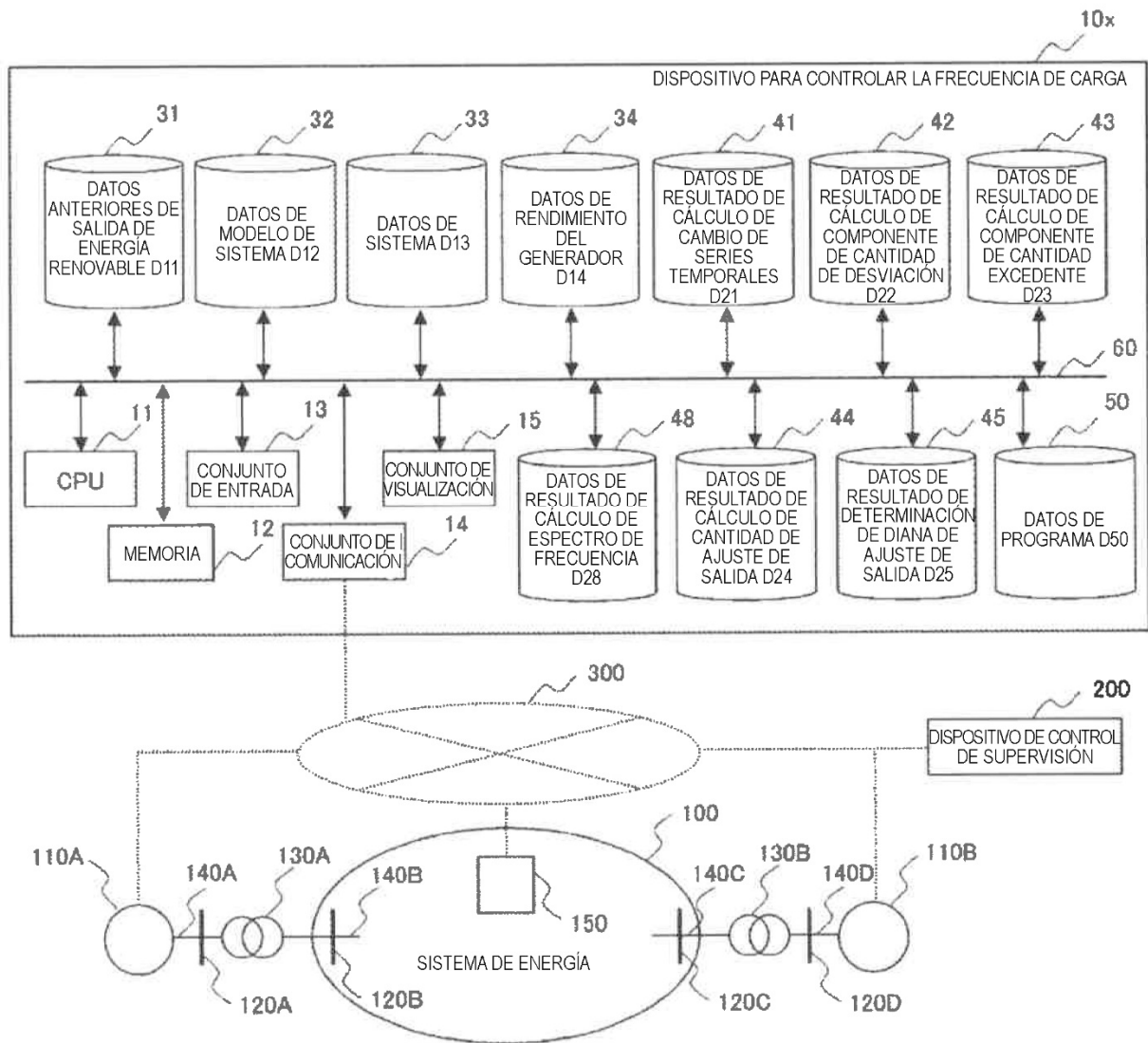
[Fig. 13]



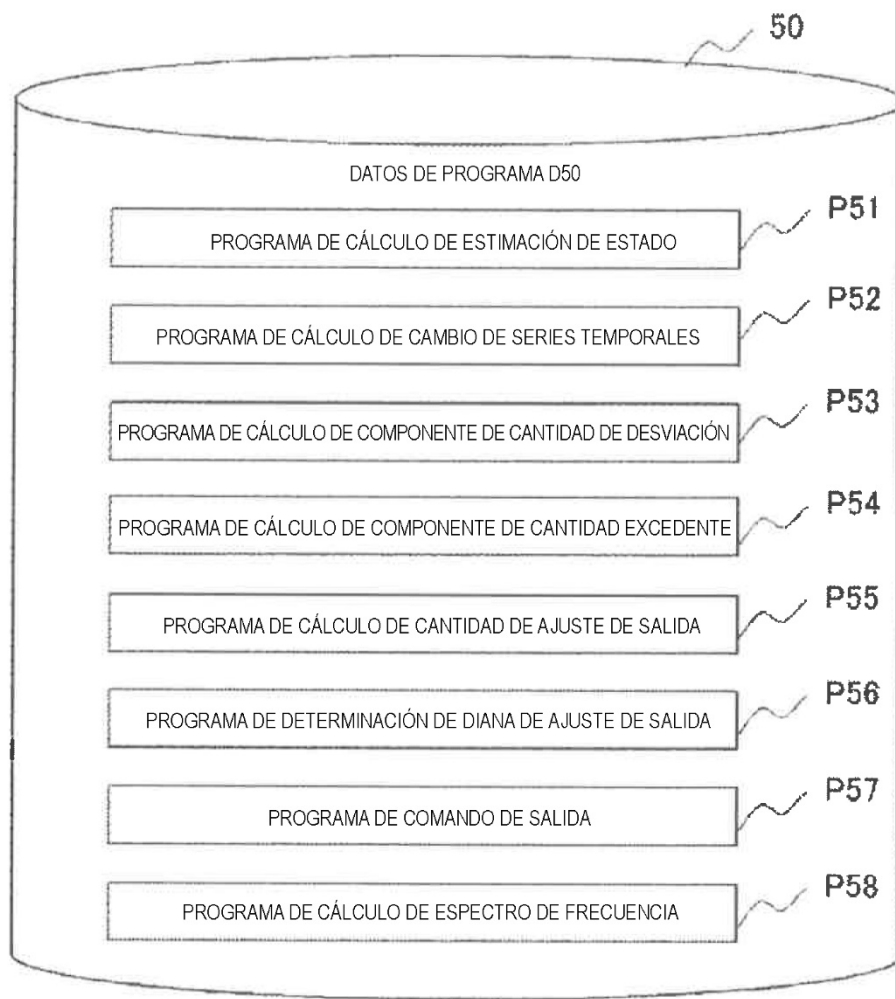
[Fig. 14]



[Fig. 15]

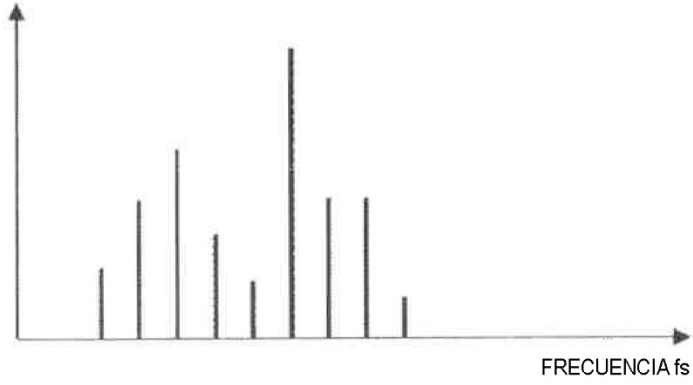


[Fig. 16]

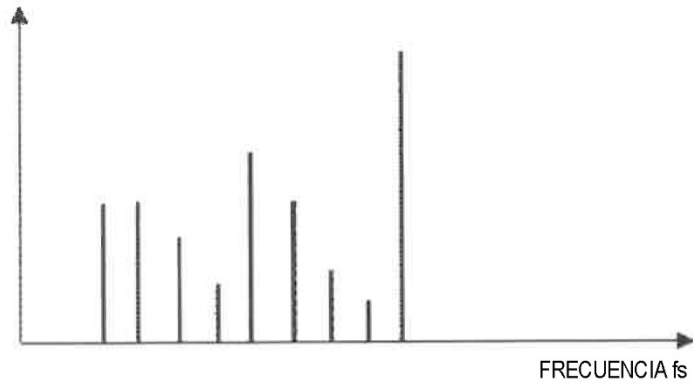


[Fig. 17]

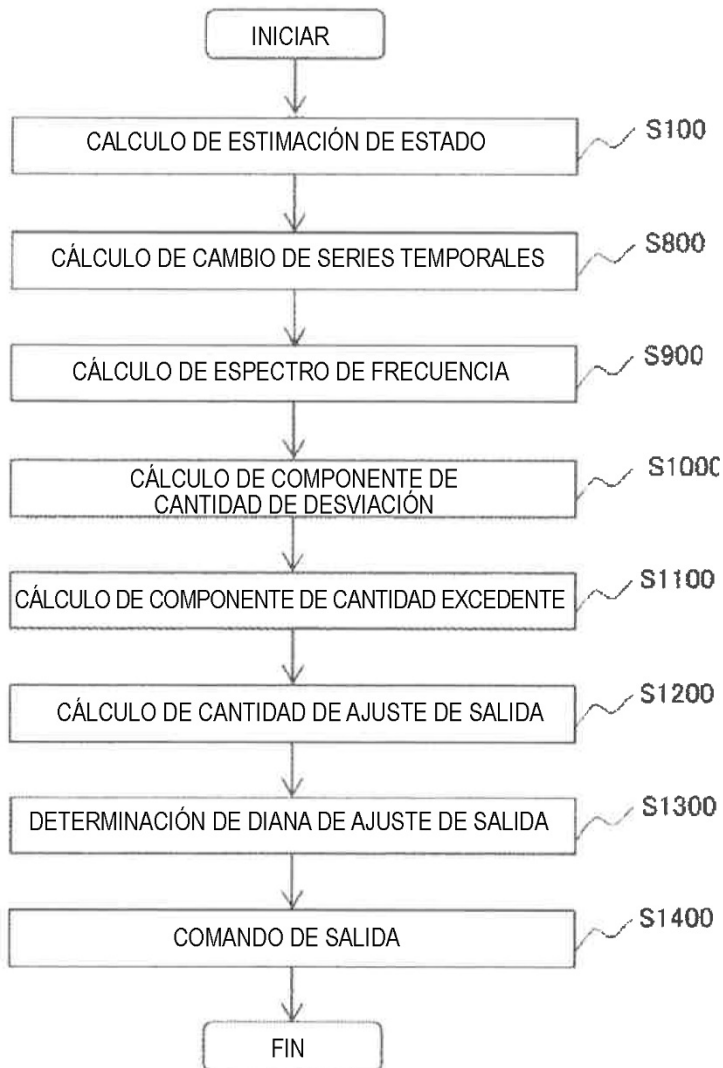
ESPECTRO DE SALIDA  $F_{E1}$  DE FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE R1



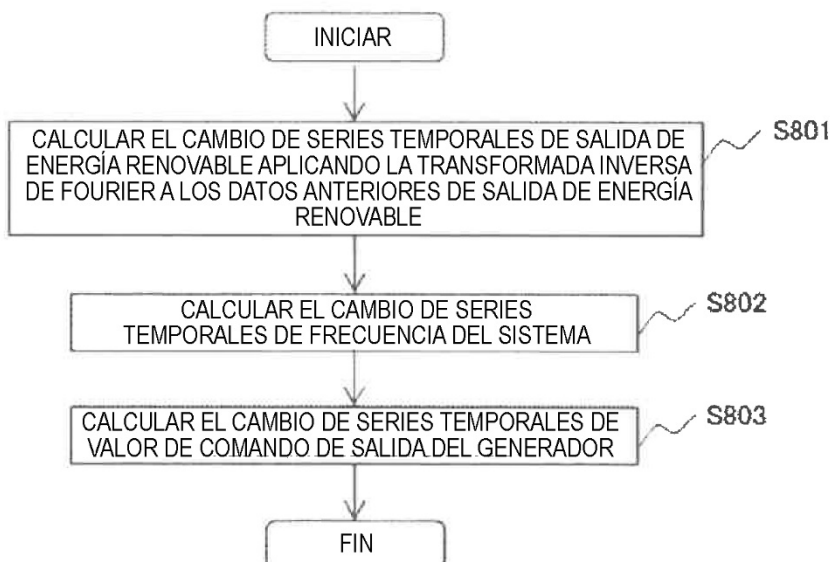
ESPECTRO DE SALIDA  $F_{E2}$  DE FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE R2



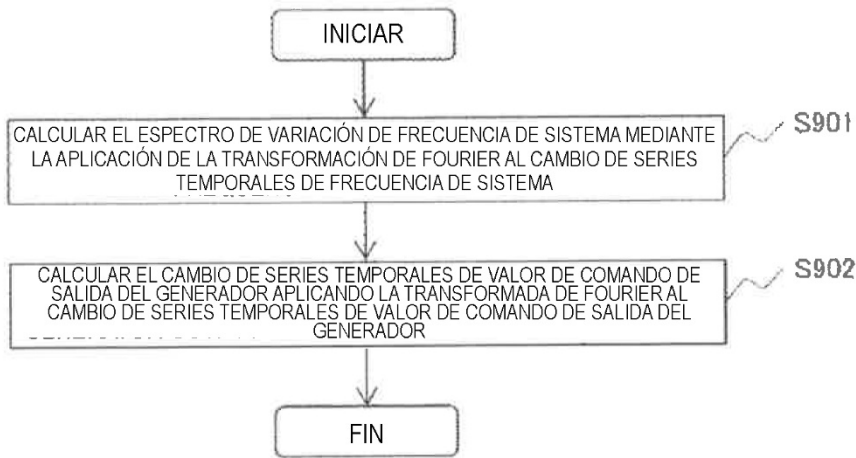
[Fig. 18]



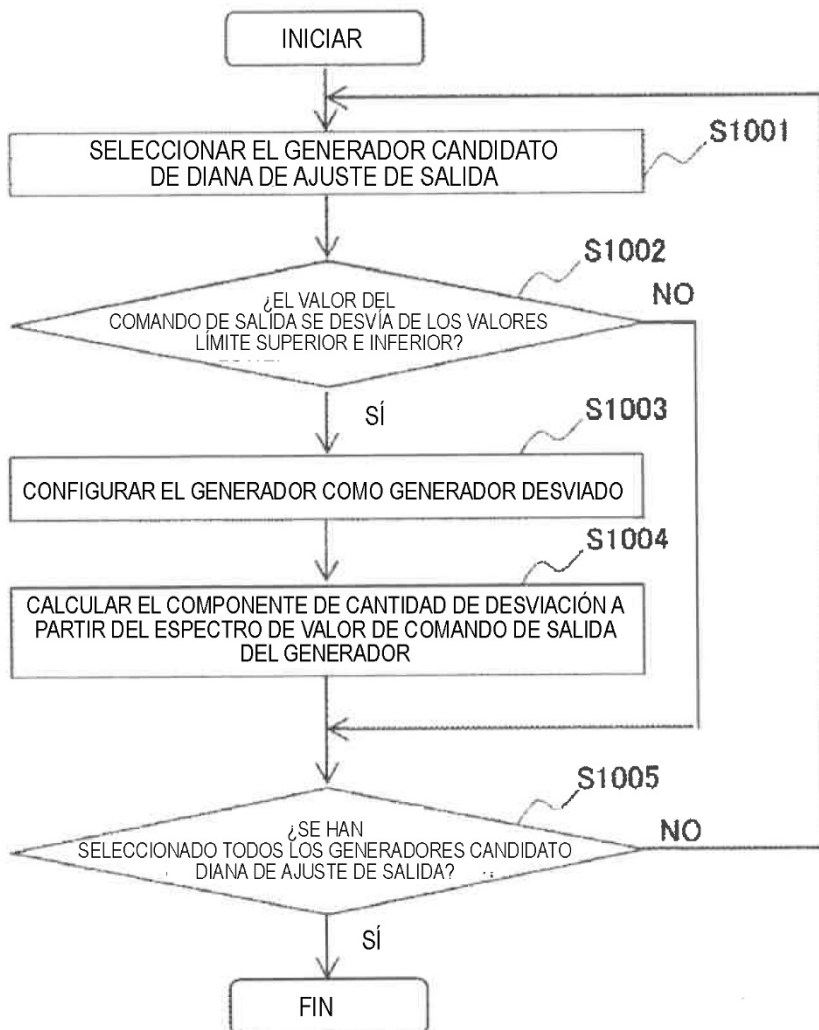
[Fig. 19]



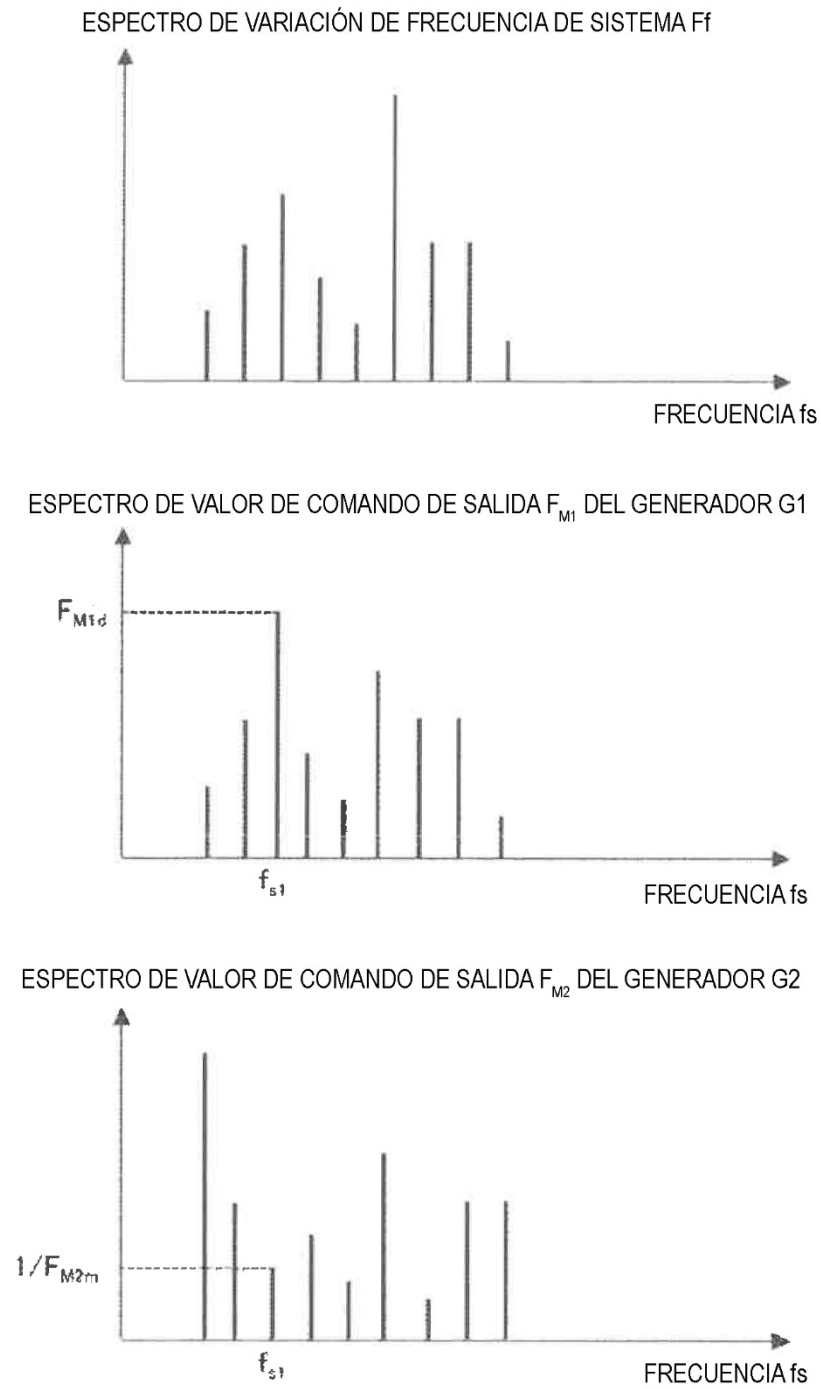
[Fig. 20]



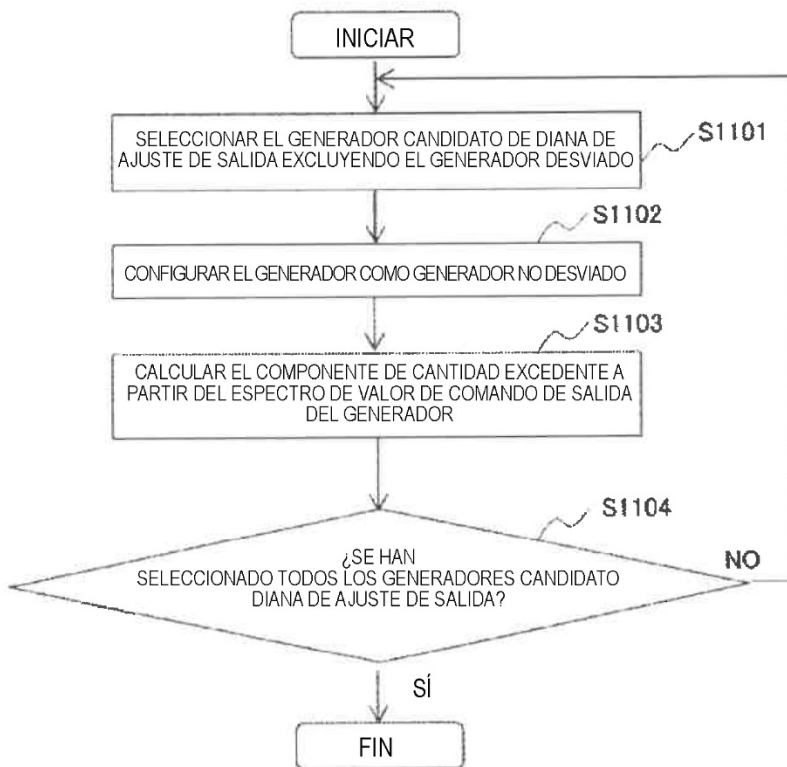
[Fig. 21]



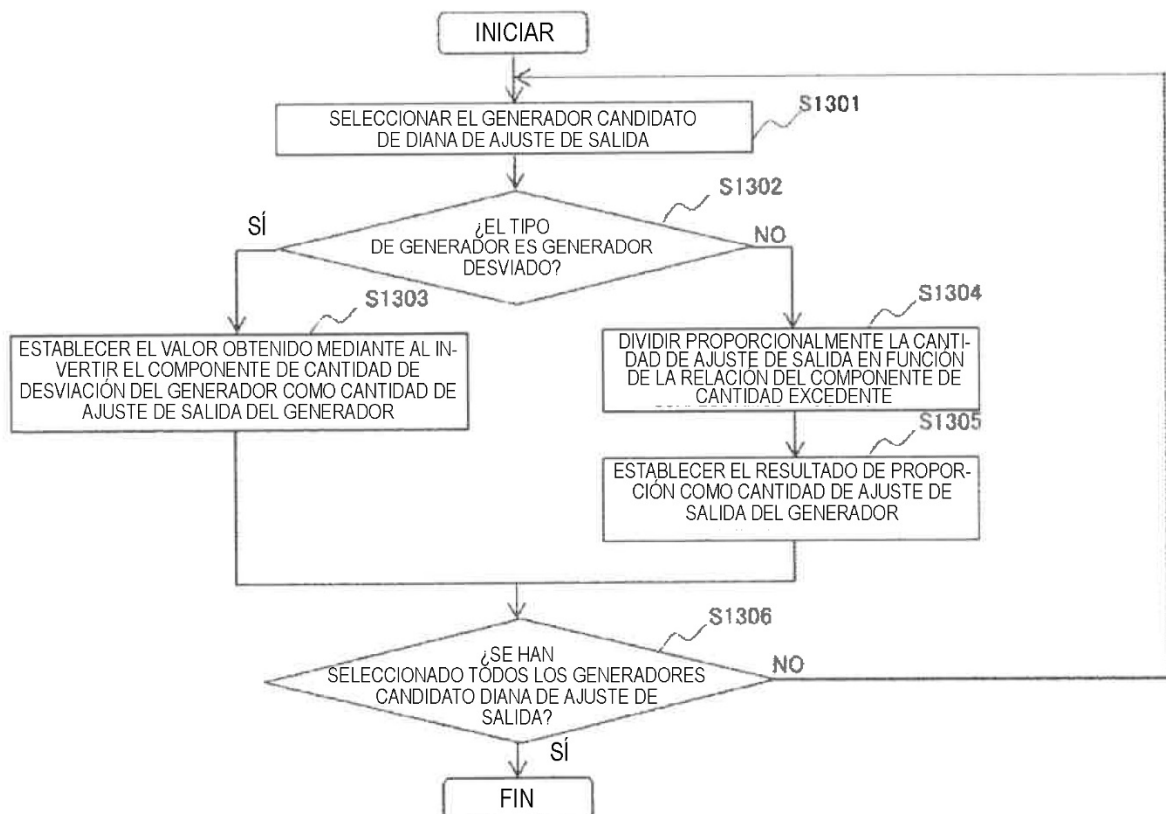
[Fig. 22]



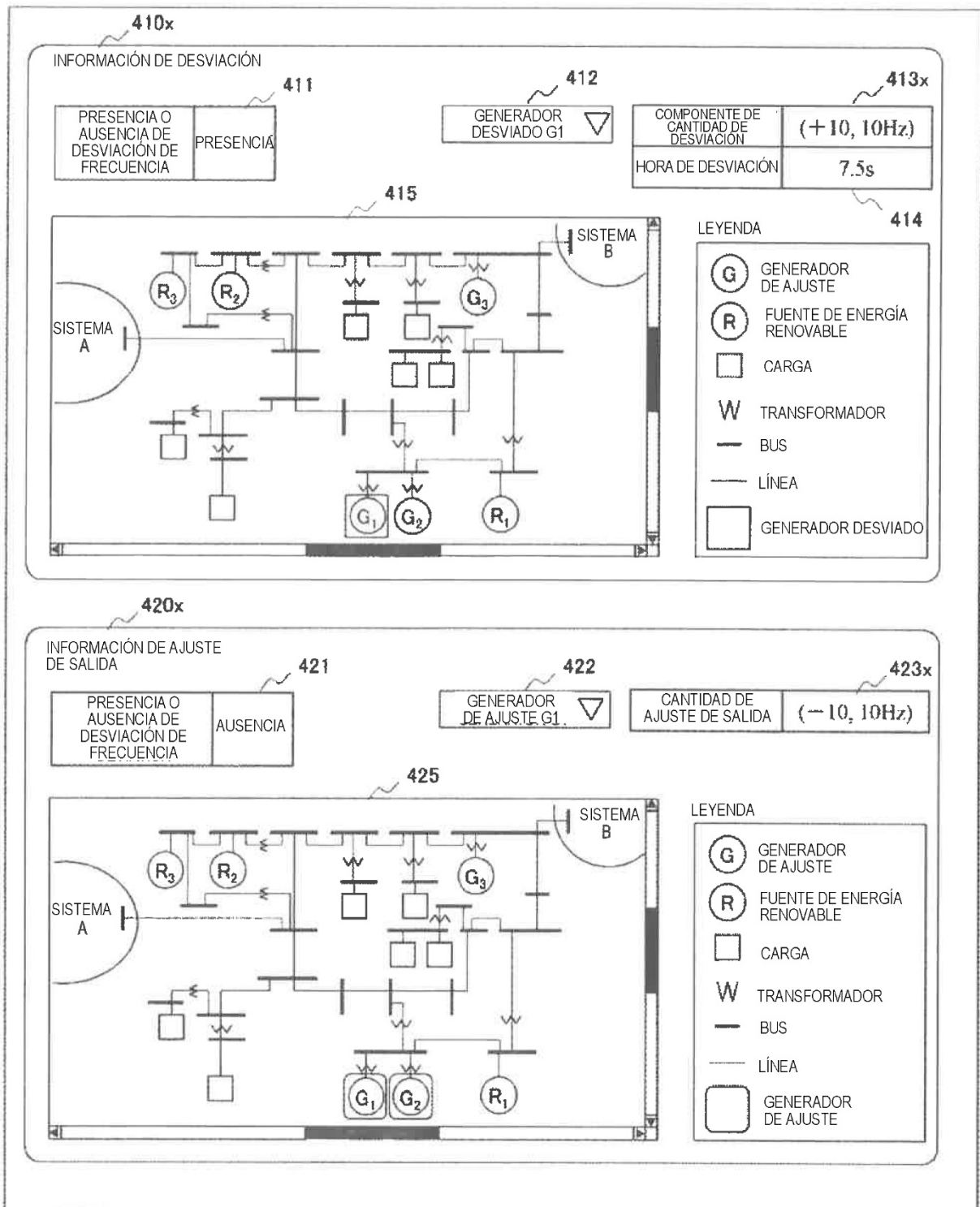
[Fig. 23]



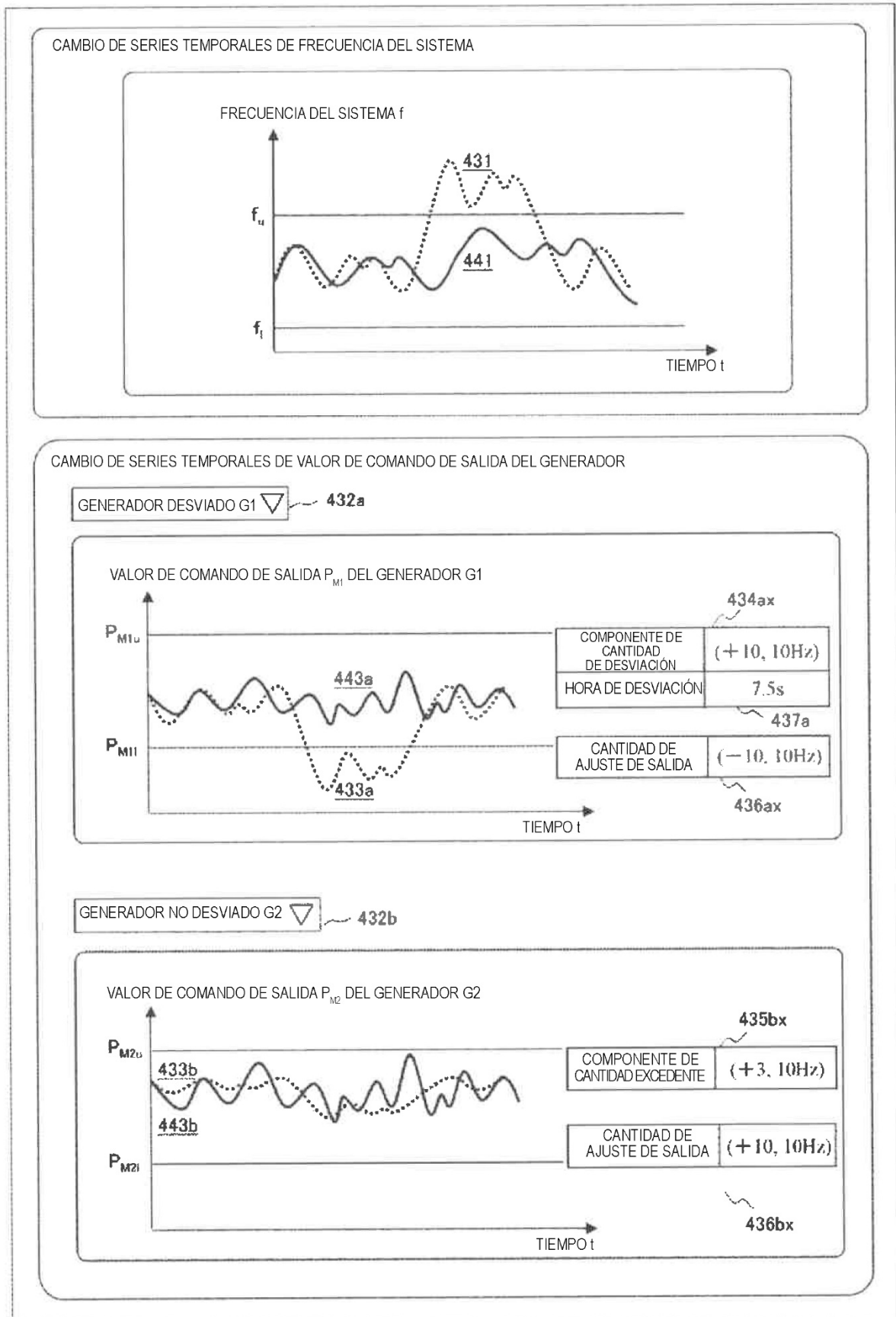
[Fig. 24]



[Fig. 25]



[Fig. 26]



[Fig. 27]

