

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 626**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/06** (2006.01)

**H02J 3/16** (2006.01)

**H02J 13/00** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.05.2015 PCT/JP2015/063409**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2016 WO16002339**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2015 E 15814491 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3163706**

54 Título: **Dispositivo y método de monitorización de la estabilidad de la tensión**

30 Prioridad:

**30.06.2014 JP 2014133508**

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

**20.04.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KURODA EISUKE;  
SATO YASUO;  
TOMOBE OSAMU;  
YAMAZAKI JUN;  
YATSU MASAHIRO y  
MIYOSHI HARUKI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 754 626 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 y método de monitorización de la estabilidad de la tensión

## 5 Campo técnico

La presente invención se relaciona con un dispositivo de monitorización de la estabilidad de la tensión para monitorizar la estabilidad de la energía de un sistema de energía eléctrica.

Antecedentes de la técnica

10 En la técnica relacionada, en un sistema de energía eléctrica, se espera que se introduzca una gran cantidad de una fuente de energía (fuente de alimentación del tipo de variación de la producción) en la que se varía la producción dependiendo del clima incluyendo una energía renovable (generación de energía solar, generación de energía eólica, o similar). Además, en los últimos años, como resultado de la progresiva liberación de la energía eléctrica en muchos países, se ha suprimido la inversión de las empresas del sistema de energía eléctrica, y ha aumentado el flujo de energía eléctrica en la línea de transmisión existente (grandes flujos de corriente). Cuando la variación de flujo (cambio de flujo) aumenta en un estado de gran flujo, existe la posibilidad de que la estabilidad de la tensión del sistema de energía eléctrica se degrade. Además, cuando se produce un fallo en el sistema debido a un rayo o similar, la estabilidad de la tensión del sistema de energía eléctrica puede deteriorarse. Se requiere un dispositivo de monitorización de la estabilidad de la tensión que pueda presentar contramedidas de mejora de la estabilidad a un operador del sistema monitorizando de manera precisa dicho fenómeno de deterioro de la estabilidad de la tensión.

25 Por ejemplo, como la técnica de fondo de la descripción técnica actual archivada, se conoce un papel de SUZUKI Mamoru, KISHIDA Yukio: "Sistema de Monitorización en Línea de la Estabilidad de la Tensión", Ingenieros Eléctricos de Japón. B, 111(3), 1991 (NPL 1). En este papel de comentarios, se describen la "Función de monitorización de período constante en línea" o la "Función de determinación de la estabilidad con carga de pico" (referencia de la página 248 a la página 251).

30 Además, se conoce como la técnica de fondo de la descripción técnica presente archivada, la JP-A-7-163053 (PTL 1). Esta publicación describe que "se proporcionan los medios de cálculo para calcular un índice de monitorización de la estabilidad de la tensión en el estado actual del sistema de energía eléctrica, los medios de cálculo para calcular la cantidad del efecto de inserción de la modificación de fase cuando se ajusta la capacidad de modificación de fase a ser controlada como la contramedida de la estabilidad de la tensión, los medios para seleccionar de manera automática la capacidad de modificación de fase que muestra el mayor efecto de entre las fases que modifican las cantidades del efecto de inserción que se calculan con respecto al punto más inestable que es el índice mínimo en un índice de monitorización de la estabilidad de la tensión, los medios de cálculo de flujo para calcular el estado de un sistema después de que se implemente el ajuste de la capacidad de modificación de fase seleccionada, los medios para presentar el estado del sistema el cual se obtiene a través del cálculo del flujo, y se implementan los medios de presentación para seleccionar de manera automática el estado del sistema después del ajuste de la capacidad de modificación de fase que es la más efectiva para el punto más inestable de la estabilidad de la tensión, para la fase que modifica la cantidad de efecto de inserción con respecto al punto más inestable, y el aumento en la estabilidad de la tensión y para mostrar de manera sucesiva el estado seleccionado en un intervalo constante." (referencia al Resumen).

45 Además, se conoce como la técnica de fondo de la descripción técnica presente archivada, la JP-A-2011-115024 (PTL 2). Esta publicación describe que "se incluyen los medios 1 de introducción de información del sistema de energía eléctrica para introducir la información de sistema relacionada con un sistema de energía eléctrica, los medios de estimación del estado para estimar las variables de estado del sistema de energía eléctrica en base a la información de sistema, los medios 3 de generación del escenario de aumento de suministro y demanda para generar un escenario de cambio de la salida del generador de un generador que pertenece al sistema de energía eléctrica y un escenario de aumento de la carga de una carga que pertenece al sistema de energía eléctrica en base a las variables de estado, los medios 4 de cálculo del flujo óptimo para obtener las variables de estado óptimas que son obtenidas optimizando las variables de estado para minimizar la función objetivo predeterminada en el escenario de cambio de la salida del generador y el escenario de aumento de la carga, los medios 5 de análisis de múltiples raíces para obtener la solución inferior de la curva P-V en base a las variables de estado optimizadas, y los medios 6 de cálculo de  $\Delta P$  para calcular el margen  $\Delta P$  de estabilidad de la tensión a partir de la curva P-V"

60 Además, se conoce como la técnica de fondo de la descripción técnica presente archivada, la JP-A-2005-287128 (PTL 3). Esta publicación describe que "se incluyen los medios de estimación del estado del sistema para realizar un cálculo del flujo usando la información de sistema a ser introducida en una calculadora 4 eléctrica a través de los dispositivos 21, 22 de transmisión de la información, o similares y la estimación de una tensión de nodo, el ángulo de fase del mismo, y la cantidad de demanda de energía como un valor de estado del sistema, los medios de cálculo del límite de estabilidad para estimar una curva PV que indique la relación entre la cantidad de demanda de energía eléctrica y la tensión del sistema mediante un método continuo usando el estado estimado del sistema como un valor inicial y determinando el límite de estabilidad de la tensión del sistema determinando la estabilidad de la solución en la curva PV mediante un cálculo de valor único, los medios de determinación de la estabilidad para

determinar la estabilidad de la tensión usando el límite de estabilidad determinado, y los medios de salida para enviar los diversos elementos de datos como el resultado del cálculo para cada medio a un dispositivo 5 de la interfaz hombre-máquina". (referencia al Resumen).

5 Además, se conoce como la técnica de fondo de la descripción técnica presente archivada, la JP-A-9-512698 (PTL 4). Esta publicación describe que "se proporciona un método para ejecutar una evaluación de la confiabilidad de la estabilidad de la tensión con respecto a una región de un sistema de transmisión que incluye una pluralidad de buses y una pluralidad de fuentes de almacenamiento no válidas que se conectan a la pluralidad de buses. La pluralidad de buses se agrupa en una pluralidad de áreas de control de la tensión de manera tal que cada bus en cada área de control de la tensión tiene sustancialmente el mismo límite de no validez y la tensión en el valor mínimo de la relación entre la correspondiente potencia reactiva y la tensión. Se determina un contenedor de almacenamiento de invalidez correspondiente para cada una de la al menos un área de control de la tensión. El contenedor de almacenamiento de invalidez incluye al menos una fuente de almacenamiento de invalidez que se selecciona en base a la medición de la acumulación de invalidez que se agota en un punto de la operación predeterminado de un sistema de transmisión. El análisis de una contingencia única es ejecutado mediante el cálculo de la cantidad correspondiente del contenedor de almacenamiento no válido en respuesta a cada una de las múltiples contingencias únicas. La cantidad correspondiente anteriormente descrita representa una reducción en la acumulación de la invalidez en el contenedor de almacenamiento no válido usando una contingencia única tal como la cantidad correspondiente que excede un umbral predeterminado". (referencia al Resumen).

20 Además, se conoce como la técnica de fondo de la descripción técnica presente archivada, la JP-A-9-512699 (PTL 5). Esta publicación describe que "se proporciona un método para disponer de medios de mejora para mejorar la confiabilidad de la estabilidad de la tensión para una región de un sistema de transmisión eléctrico que incluye una pluralidad de buses y una pluralidad de fuentes de almacenamiento no válidas que se conectan a la pluralidad de buses. La pluralidad de buses se agrupa en una pluralidad de áreas de control de la tensión de manera tal que cada bus en el área de control de la tensión tiene la misma relación correspondiente entre una tensión de energía reactiva y una tensión. Se determina una primera área de control de la tensión para disponer los primeros medios de mejora y la primera área de control de la tensión indica la diferencia en las pérdidas de invalidez internas que exceden el umbral de pérdidas. Además, se determina una segunda área de control de la tensión para disponer de unos segundos medios de mejora y la segunda área de control de la tensión para disponer los segundos medios de mejora indica la diferencia en la acumulación de invalidez que excede el umbral de invalidez. Los primeros medios de mejora y los segundos medios de mejora incluyen un condensador de derivación conmutable, un condensador de tensión síncrono, un componente var estático, o una combinación de los mismos. Además, los terceros medios de mejora incluyen un condensador en serie, una línea paralela, y una combinación de los mismos se dispone en la interfaz entre las dos áreas de control de la tensión adyacentes que se determinan para indicar la diferencia en las pérdidas en la energía reactiva o el flujo de energía reactiva que excede un umbral predeterminado". (referencia al resumen).

40 Lista de Citas

Bibliografía de patente

- PTL 1: JP-A-7-163053
- PTL 2: JP-A-2011-115024
- PTL 3: JP-A-2005-287128
- 45 PTL 4: JP-A-9-512698
- PTL 5: JP-A-9-512699

50 El documento US 2014/148962 A1 se relaciona con un sistema y un método para modelar, controlar y analizar las redes eléctricas para su uso por los operadores de una sala de control y el control automático proporciona una red de cálculo celular multi capa (CCN) que comprende una capa de información, una capa de conocimiento; y una capa de toma de decisiones; y una capa de acción; en donde cada una de dichas capas de dicha CCN representa uno de una variable en un sistema de energía eléctrico.

55 El documento JP H07 163053 A se relaciona con la tarea de reconocer de manera precisa y fácil los puntos débiles de un sistema, en donde las contramedidas de control y la condición del sistema después de las contramedidas están hechas sin que se realice ninguna operación complicada de un equipo hombre-máquina por un operador, seleccionando de manera automática el punto más inestable de la condición actual del sistema y un método de ajuste para el equipo de modificación efectiva de la fase para mostrarlas.

60 Bibliografía no de patente

- NPL 1: SUZUKI Mamoru, KISHIDA Yukio: "Sistema de Monitorización en Línea de la Estabilidad de la Tensión", Ingenieros Eléctricos de Japón. B, 111(3), 1991

65 Compendio de la Invención

Problema técnico

Dado que la producción de energía renovable varía considerablemente con el tiempo debido al clima, el área de deterioro de la estabilidad de la tensión cambia también de manera considerable con el tiempo. Sin embargo, en las técnicas de monitorización de la estabilidad de la tensión descritas en la bibliografía de patente y la bibliografía de no patente anteriormente descritas, no se supone un cambio en la producción en series de tiempo de energía renovable. Por lo tanto, la estabilidad de la tensión puede deteriorarse durante un periodo constante, y la estabilidad de la tensión actual o futura no se puede monitorizar de manera precisa. Además, como resultado de no ser monitorizada de manera precisa, existe la posibilidad de que se tome una contramedida para la mejora de la estabilidad de la tensión incorrecta.

Solución al problema

Para solucionar el problema anterior, la presente invención proporciona un dispositivo y un método de monitorización de la estabilidad de la tensión según las reivindicaciones independientes.

Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, ya que el escenario de cambio supuesto es calculado de manera automática en referencia a la predicción de variación de la producción de energía renovable y se presenta de manera dinámica una contramedida de mejora de la estabilidad de la tensión junto con el efecto en caso de que se requiera que las mediciones de mejora de la estabilidad de la tensión por medio del cálculo de la búsqueda de la contramedida de mejora de la estabilidad de la tensión y el cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo para el escenario de cálculo supuesto, es posible monitorizar de manera precisa la estabilidad de la tensión actual y futura del sistema de energía eléctrica a ser monitorizado.

Breve descripción de los dibujos

[La Figura 1 ilustra un ejemplo de un diagrama de configuración general de un dispositivo de monitorización de la estabilidad de la tensión.

La Figura 2 ilustra un ejemplo de un diagrama de configuración general de una configuración de hardware y un sistema de energía eléctrica del dispositivo de monitorización de la estabilidad de la tensión.

La Figura 3 ilustra un ejemplo de un diagrama de configuración que ilustra el contenido de los datos de programa del dispositivo de monitorización de la estabilidad de la tensión.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de datos de predicción de la variación de producción de energía renovable.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de datos del margen de producción de energía renovable.

La Figura 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de datos del escenario de cambio supuesto.

La Figura 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de datos del valor de umbral de la contramedida de mejora de la estabilidad de la tensión.

La Figura 8 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de los procesos completos del dispositivo de monitorización de la estabilidad de la tensión.

La Figura 9 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo para ilustrar un proceso de una unidad de cálculo del escenario de cambio supuesto.

La Figura 10 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo para ilustrar un proceso de cálculo de la estabilidad de la tensión en series temporales.

La Figura 11 ilustra un ejemplo de un diagrama que ilustra el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión y un resultado del cálculo del margen de estabilidad de la tensión usando una curva V-Q.

La Figura 12 ilustra un ejemplo de un diagrama que ilustra el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo y el resultado del cálculo del margen de estabilidad de la tensión usando la curva V-Q.

La Figura 13 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo para ilustrar un proceso de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión.

La Figura 14 ilustra un ejemplo de un diagrama que ilustra un proceso para calcular un grado de desviación desde antes del cambio hasta después del cambio supuesto usando la curva V-Q.

La Figura 15 ilustra un ejemplo de un diagrama que ilustra un proceso para calcular un grado de desviación desde antes del cambio en series de tiempo hasta después del cambio supuesto usando la curva V-Q.

La Figura 16 ilustra un ejemplo de un diagrama que ilustra los datos del resultado de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión.

La Figura 17 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo para ilustrar un proceso de cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad.

La Figura 18 ilustra un ejemplo de un diagrama que indica un proceso para calcular un grado de desviación desde antes del cambio durante la ejecución de un control supuesto hasta después del cambio supuesto además del grado de desviación desde antes del cambio y después del cambio supuesto usando la curva V-Q.

La Figura 19 ilustra un ejemplo de un diagrama que ilustra cuánto se mejora el grado de desviación durante la implementación del supuesto control.

La Figura 20 ilustra un ejemplo de un diagrama que ilustra la ubicación de un dispositivo controlado recomendado en un sistema de energía eléctrica para un resultado de búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad.

La Figura 21 ilustra un diagrama que ilustra un ejemplo de una pantalla para presentar el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series temporales, el resultado del cálculo del margen de estabilidad de la tensión, y un grado de desviación desde antes del cambio hasta después del supuesto cambio, como un estado de monitorización de la estabilidad de la tensión.

La Figura 22 ilustra un diagrama que ilustra un ejemplo de una pantalla para presentar el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, el resultado del cálculo del margen de estabilidad de la tensión, y el grado de desviación desde antes del cambio hasta después del supuesto cambio, como un estado de monitorización de la estabilidad de la tensión.

La Figura 23 ilustra un diagrama que ilustra un ejemplo de una pantalla para presentar el grado de desviación del resultado del cálculo de la tasa de mejora y un resultado del cálculo del dispositivo controlado recomendado.

#### Descripción de las realizaciones

De aquí en adelante, se describirán las realizaciones preferidas para llevar a cabo la invención. Las siguientes son simplemente ejemplos, y no tienen la intención de pretender que la invención en sí esté limitada por el siguiente contenido específico.

#### Ejemplo 1

En el ejemplo presente, respecto a un ejemplo de un dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión para calcular el escenario de cálculo supuesto usando los datos D1 de sistema, los datos D2 de instalación del sistema, y los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, realizar un cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo usando los datos D7 del escenario del cambio supuesto, los datos D1 del sistema que usan el escenario del cambio supuesto, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D5 de variación de la producción de energía, los datos D7 del escenario del cambio supuesto, realizar una determinación de necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión usando los datos D3 de umbral, los datos D7 del escenario del cambio supuesto, y los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, realizando un cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión usando el escenario del cambio supuesto que usa los datos D1 del sistema, los datos D2 de instalación del sistema los datos D3 de umbral, los datos D4 del control supuesto, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, los datos D6 de margen de control de producción de energía renovable, los datos D7 del escenario del cambio supuesto, los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, y los datos D9 del resultado de la determinación de necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, y la realización de una presentación en pantalla del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, el resultado del cálculo del margen de estabilidad de la tensión, el grado de desviación desde antes del cambio hasta después del cambio supuesto, el grado del resultado del cálculo de la tasa de mejora de la desviación, y el resultado del cálculo del dispositivo controlado recomendado, como un estado de monitorización de la estabilidad de la tensión, se ilustrará en la Figura 1 un ejemplo de una configuración general configurada a partir de una entrada y una salida que indican un contenido mediante una base de datos y datos y un proceso que indica el contenido mediante la unidad de cálculo, y se ilustrará en la Figura 2 un ejemplo de la configuración de hardware de un sistema 100 de energía eléctrica, un dispositivo 210 de control de la monitorización, el dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión, un dispositivo 43 de medición, una fuente 110 de energía, una carga 150, un bus, un transformador eléctrico, y una línea de transmisión.

La Figura 1 ilustra un ejemplo de un diagrama de configuración general del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión del ejemplo presente, y es un diagrama que ilustra la configuración del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión configurada del escenario del cambio supuesto que usa los datos D1 de sistema, los datos D2 de instalación, los datos D3 de umbral, los datos D4 del control supuesto, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, y los datos D6 del margen de control de producción de energía renovable, una unidad 40 de cálculo de la monitorización de la estabilidad de la tensión que se configura a partir de una unidad 31 de cálculo del escenario de cambio supuesto, una unidad 32 de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, una unidad 33 de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad, y una unidad 34 de cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, los datos D41 del resultado del cálculo de la monitorización de la estabilidad de la tensión que se configuran a partir de los datos D7 del escenario de cambio supuesto, los datos D8 de resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, y los datos D9 del resultado de la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, y una unidad 11 de presentación.

Los datos de entrada del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión se configuran del escenario de cambio supuesto que usa los datos D1 de sistema, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral, los datos D4 de control supuesto, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, y los datos D6 de margen de control de producción de energía renovable. En la unidad 31 de cálculo del escenario de cambio supuesto del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión, los datos D7 del escenario de

cambio supuesto se calculan usando el escenario de cambio supuesto que usa los datos D1 de sistema, los datos D2 de instalación del sistema, y los datos D5 de variación de la producción de energía renovable. Además, en la unidad 32 de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión, el cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo se realiza usando los datos D7 del escenario de cambio supuesto, el escenario de cambio supuesto que usa los datos D1 del sistema, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, y los datos D7 del escenario de cambio supuesto para producir los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo. Además, en la unidad 33 de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión, la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión se realiza usando los datos D3 de umbral, los datos D7 del escenario de cambio supuesto, y los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo para producir los datos D9 del resultado de la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión. Además, en la unidad 34 de cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión, se realiza el cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión usando el escenario de cambio supuesto que usa los datos D1 de sistema, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral, los datos D4 de control supuesto, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, los datos D6 del margen de control de la producción de energía renovable, los datos D7 del escenario de cambio supuesto, los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, y los datos D9 del resultado de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, y como un estado de monitorización de la estabilidad de la tensión, se realiza una presentación en pantalla del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, el resultado del cálculo del margen de estabilidad de la tensión, el grado de desviación desde antes del cambio hasta después del cambio supuesto, el grado del resultado del cálculo de la tasas de mejora de la desviación.

La Figura 2 ilustra un ejemplo de una configuración de hardware del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión y un diagrama de configuración general del sistema 100 de energía eléctrica y es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración hardware del sistema 100 de energía eléctrica, del dispositivo de control de monitorización, del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión, del dispositivo 43 de medición, de la fuente 110 de energía, de la carga 150, del bus, del transformador eléctrico, y de la línea de transmisión. El sistema 100 de energía eléctrica se configura a partir de uno o más de entre un generador 110, un transformador 130 eléctrico, el dispositivo 43 de medición, y la carga 150 que se conectan los unos con los otros a través de una ramificación (línea) 140 y un nodo (bus) 120, y un dispositivo de medición o un dispositivo controlable (una batería, una batería secundaria recargable, una batería de almacenamiento EV, un volante, un dispositivo de modificación de fase (un condensador estático (SC), un reactor de derivación (ShR), un compensador var estático (SVC), un generador var estático (SVG), un controlador de energía de bucle (LPC), y similar)) que no se ilustra en los dibujos.

Aquí, el ejemplo de la fuente 110 de energía incluye una fuente de alimentación distribuida tal como una generación de energía solar y una generación de energía eólica además de una gran fuente de energía tal como una generación de energía térmica, un generador hidráulico, o un generador de energía nuclear.

Aquí, un ejemplo del dispositivo 43 de medición es un dispositivo (VT, PT, o CT) para medir una o más de entre una tensión V de nodo, una corriente I de ramificación, un factor  $\Phi$  de potencia, una potencia P efectiva, una potencia Q reactiva y tiene una función para transmitir un ID de identificación de la ubicación de la medición de datos y los datos que incluyen una marca de tiempo incorporada del dispositivo de medición (un telémetro (TM) o similar). Se puede incluir un dispositivo para medir la información de energía (información del fasor de la tensión) con el tiempo absoluto usando un GPS, unidades de medición de fasor (PMU), u otro equipo de medición. Se muestra que el dispositivo 43 de medición está presente en el sistema 100 de energía eléctrica. Sin embargo, el dispositivo 43 de medición se puede disponer en el bus, la línea de transmisión, o similar para conectarse al generador 110, el transformador 130 eléctrico, el dispositivo 43 de medición, y la carga 150.

Aquí, los datos D1 de medición son cada uno de los elementos de datos anteriores medidos en el dispositivo 43 de medición y se reciben en una base de datos 21 de mediciones del sistema a través de una red 300 de comunicación. Sin embargo, en lugar de recibir directamente los datos del sistema desde el dispositivo 43 de medición, los datos del sistema pueden ser recibidos en la base de datos 21 de mediciones del sistema a través de la red 300 de comunicación después de que los elementos de datos del sistema se agreguen en el dispositivo 210 de control de la monitorización y pueden ser recibidos en la base de datos 21 de mediciones del sistema a través de la red 300 de comunicación desde tanto el dispositivo 43 de medición como el dispositivo 210 de control de monitorización. Los datos D1 de medición pueden incluir un número único para identificar los elementos de datos y la marca de tiempo.

Se describirá la configuración del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión. La unidad 11 de presentación, una unidad 12 de entrada tal como un teclado o un ratón, una unidad 13 de comunicación, un ordenador 14 o servidor de cálculo (unidad de procesamiento central (CPU)), una memoria 15, y diversos tipos de bases de datos (una base de datos 20 de programas, la base de datos 21 de mediciones del sistema, una base de

datos 22 de instalaciones del sistema, una base de datos 23 de umbrales, una base de datos 24 de control supuesto, una base de datos 25 de predicción de la variación de la producción de energía renovable, una base de datos 26 de márgenes de control de producción de energía renovable, una base de datos de escenarios de cambio supuesto, una base de datos 28 de resultados del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, una base de datos 29 de resultados de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, y una base de datos 30 de resultados de la búsqueda de contramedidas de mejora) se conectan a una línea 42 de bus. La unidad 11 de presentación se configura como un dispositivo de presentación, por ejemplo.

La unidad 11 de presentación se puede configurar usando un dispositivo de impresora o un dispositivo de emisión de sonidos en lugar de un dispositivo de presentación o junto con el dispositivo de presentación, por ejemplo. La unidad 12 de entrada se puede configurar incluyendo al menos un dispositivo señalador tal como un teclado o un ratón, un panel táctil, y un dispositivo de instrucciones por sonidos, por ejemplo.

La unidad 13 de comunicación incluye un circuito y un protocolo de comunicación para conectarse a la red 300 de comunicación. La CPU 14 lee un programa informático predeterminado a partir de la base de datos 20 de programas y ejecuta el programa. La CPU 14 se puede configurar como una o una pluralidad de chips semiconductores y se puede configurar como un dispositivo informático tal como un servidor de cálculo. La memoria 15 se configura como una memoria de acceso aleatorio (RAM), por ejemplo, almacena una lectura del programa informático de la base de datos 20 de programas o almacena los datos del resultado de cálculo, los datos de imagen, o similares requeridos para cada proceso. Los datos de pantalla almacenados en la memoria 14 se transmiten a la unidad 11 de presentación y se presentan. Se describirá un ejemplo de la pantalla a ser presentada.

Aquí, el contenido de almacenamiento de la base de datos 20 de programas se describirá con referencia a la Figura 3. La Figura 3 ilustra un ejemplo de un diagrama de configuración que ilustra el contenido de datos de programa del dispositivo de monitorización de la estabilidad de la tensión. Por ejemplo, se almacenan un programa P60 de cálculo de la estimación de estado, un programa P10 de cálculo del escenario de cambio supuesto, un programa P20 de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, un programa P30 de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, un programa P40 de cálculo de búsquedas de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, y un programa P50 de presentación de pantalla en la base de datos 20 de programas.

De vuelta a la Figura 2, la CPU 14 ejecuta los programas de cálculo (el programa P60 de cálculo de la estimación de estado, el programa P10 de cálculo del escenario de cambio supuesto, el programa P20 de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, el programa P30 de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, el programa P40 de cálculo de búsquedas de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, y un programa P50 de presentación en pantalla) leídos en la memoria 14 a partir de la base de datos 20 de programas y realiza un cálculo del estado probable del sistema, un cálculo del escenario de cambio supuesto, un cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo (puede incluir un cálculo del margen de estabilidad de la tensión), una determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, un cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, diversos tipos de pantallas de presentación, una instrucción de datos de imagen a ser presentados, una búsqueda de datos en diversos tipos de bases de datos, o similares. La memoria 14 es una memoria para almacenar de manera temporal los datos temporales de cálculo tales como los datos de imagen para presentar, los datos de medición (monitorización), o los datos del resultado de monitorización y los datos del resultado de cálculo. Los datos de imagen necesarios son generados mediante la CPU 14 y son presentados en la unidad 11 de presentación (por ejemplo, una pantalla de presentación). La unidad 11 de presentación del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión puede ser una simple pantalla sólo para realizar una reescritura de cada programa de control o base de datos.

Las bases de datos aproximadamente divididas en 11 bases de datos son almacenadas en el dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión. La base de datos 21 de mediciones del sistema, la base de datos 22 de instalaciones del sistema, la base de datos 23 de umbrales, la base de datos 24 de control supuesto, la base de datos 25 de predicción de la variación de producción de energía renovable, la base de datos 26 de márgenes de control de producción de energía renovable, la base de datos 27 de escenarios de cambio supuestos, la base de datos 28 de resultados de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, la base de datos 29 de resultados de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, y la base de datos 30 de resultados de búsqueda de contramedidas de mejora se describirán excluyendo la base de datos 20 de programas.

La potencia P efectiva, la potencia Q reactiva, la tensión V, el ángulo  $\delta$ , la corriente I, el factor  $\Phi$  de potencia, y similares se incluyen en la base de datos 21 de mediciones del sistema como datos de mediciones del sistema. Se pueden usar datos con una marca de tiempo o los datos PMU. Por ejemplo, la tensión y el ángulo de la fase de tensión en un nodo 120a o 120b a ser conectado al sistema 100 de energía eléctrica, un flujo de línea (P+jQ) de una ramificación 140a o 140b a ser conectada al nodo 120a o 120b a ser conectado al sistema 100 de energía eléctrica, un flujo de línea (P+jQ) de un transformador 130a o 130b eléctrico a ser conectado al nodo 120a o 120b a ser

5 conectado al sistema 100 de energía eléctrica, la tensión  $V$  y el ángulo  $\delta$  de la fase de la tensión de un nodo 121a o 121b a ser conectado al transformador 130a o 130b eléctrico, la potencia  $P$  efectiva, la potencia  $Q$  reactiva, o el factor  $\Phi$  de potencia de la carga 150 o la fuente 110 de alimentación a ser conectada al nodo 121a o 121b, y la potencia  $P$  efectiva, la potencia  $Q$  reactiva, el factor  $\Phi$  de potencia, la tensión  $V$  y el ángulo  $\delta$  de la fase de la tensión del otro nodo, rama, fuente de alimentación, carga, dispositivo controlado, o similar a ser conectado al sistema 100 de energía eléctrica para realizar una medición a través de la red de comunicación desde el dispositivo 43 de medición, el dispositivo 210 de control de monitorización, o similar. El ángulo  $\delta$  de la fase de la tensión se puede medir usando el otro dispositivo de medición que usa la PMU o GPS. El dispositivo de medición es el VT, PT o similar. El flujo de línea ( $P+jQ$ ) se puede calcular a partir de la corriente  $I$ , la tensión  $V$ , el factor  $\Phi$  de potencia que son medidos por el VT o PT. Además, se guarda también un resultado que es el resultado del cálculo del programa P60 de cálculo de la estimación de estado en el que se estima y calcula la potencia  $P$  efectiva, la potencia  $Q$  reactiva, la tensión  $V$ , el ángulo  $\delta$  de la fase de la tensión, la corriente, y el factor  $\Phi$  de potencia de cada uno de entre el nodo, la ramificación, el generador, la carga, y el dispositivo controlado del sistema preferido como los datos de medición del sistema.

15 Se incluye en la base de datos 22 de instalación del sistema la configuración del sistema, la impedancia de línea ( $R+jX$ ), la capacitancia de tierra (admitancia:  $Y$ ), los datos necesarios para la configuración del sistema y la estimación del estado (el valor de umbral de los datos malos), los datos del generador, y los datos necesarios para el cálculo del otro flujo, la estimación del estado y el cálculo de la estabilidad de la tensión. El valor de la medición se puede obtener a partir del dispositivo de control de monitorización, la estación de orden de suministro de energía central, o el EMS y se puede obtener de manera directa a partir del dispositivo de medición del sistema completo. Cuando los datos se introducen de manera manual, los datos se introducen y almacenan de manera manual mediante la unidad 12 de entrada. Cuando se realiza la entrada, los datos de imagen necesarios son generados mediante la CPU 14 y se presentan en la unidad 11 de presentación. Cuando se realiza la entrada, se puede configurar una entrada semi manual de manera tal que se pueden establecer una gran cantidad de datos usando una función complementaria.

20 Tal como se ilustra en la Figura 7, se almacena un valor de umbral de determinación (valor de umbral de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión) de una tasa de desviación (a ser descrita) para determinar la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión en la base de datos 23 de umbrales. El valor del umbral de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión es un valor de umbral a usar en la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión y se usa para seleccionar como un escenario de cambio supuesto abrupto que tiene el valor de umbral de la contramedida de mejora de la estabilidad de la tensión o menor.

35 Uno o más de entre un nodo de conexión, una salida de corriente, una salida nominal y una capacidad, un margen de control de salida, y similares de un dispositivo (una batería, una batería secundaria recargable, una batería de almacenamiento EV, un volante, un dispositivo de modificación de fase (un condensador estático (SC), un reactor de derivación (ShR), un compensador var estático (SVC), un generador var C estático (SVG), un controlador de energía de bucle (LPC), y similares)) en los que se puede realizar y controlar la contramedida de mejora de la estabilidad de la tensión y se almacena en la base de datos 24 de control supuesto. Estos elementos de datos se pueden usar usando el 12 del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión y se pueden almacenar a partir de los datos de medición del sistema o los datos de instalación del sistema.

40 Tal como se ilustra en la Figura 4, se almacenan el ancho de variación de la producción donde se predice la energía renovable objetivo para generar el escenario de cambio supuesto después de  $T1$  segundos y el ancho de variación de la salida donde se predice la energía renovable objetivo después de  $T2$  segundos.  $T1$  y  $T2$  se pueden almacenar usando la unidad 12 de entrada del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión y pueden ser recibidos a través de la red 300 de comunicación desde el dispositivo 210 de control de monitorización. La variación de producción de energía renovable incluye una cantidad de variación de la producción o similar de la generación de energía solar, la generación de energía eólica, un parque solar o eólico.

45 Tal como se ilustra en la Figura 5, se almacenan en la base de datos 26 de márgenes de control de la producción de energía renovable una indicación de cuánto se puede controlar actualmente la producción de energía renovable para realizar la búsqueda de la contramedida de estabilidad de la tensión (en el momento de la medición) y una indicación de cuánto se puede controlar la producción de la energía renovable junto con los anchos de variación de la producción a ser predichos después de  $T1$  segundos. La actual y la  $T1$  se pueden almacenar usando la unidad 12 de entrada del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión y pueden ser recibidos a través de la red 300 de comunicación desde el dispositivo 210 de control de la monitorización.

50 Como se ilustra en la Figura 6, se almacena en la base de datos 27 del escenario de cambio supuesto una indicación de cuánto de la producción de energía renovable para realizar el cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo varía de la actual (en un punto temporal de medición) y después de  $T1$  segundos y después de  $T2$  segundos. Los datos del escenario de cambio supuesto han de ser calculados mediante el programa P10 de cálculo del escenario de cambio supuesto. En la Figura 6, el cambio supuesto se fija como la variación de la producción de

la energía renovable. Sin embargo, una ubicación fallida y un modo de fallo se pueden incorporar como un cambio supuesto según un caso de fallo supuesto en el sistema de energía eléctrica almacenado usando la unidad 12 de entrada del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión. Como los otros elementos, un fallo que elimina el tiempo o similar se incluye en la lista. La variación de producción de energía renovable incluye abandonos simultáneos de parques eólicos. Como el caso de fallo, sólo puede ser un caso de fallo abrupto que depende de la operación del sistema. Los datos D7 del escenario de cambio supuesto se pueden establecer por adelantado sin usar la unidad 12 de entrada o se pueden establecer el conjunto de valores en el dispositivo 210 de control de la monitorización a través de la red 300 de comunicación y la unidad 13 de comunicación. Mediante estos métodos de configuración, se produce el efecto de que es posible establecer de manera flexible los datos D7 del escenario de cambio supuesto.

El resultado del cálculo en series de tiempo del cálculo del flujo de tipo continuo para evaluar la estabilidad de la tensión que es calculada mediante el programa P20 de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo se almacena en la base de datos 28 de resultados del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo. Por ejemplo, se incluye una curva V-Q ilustrada en la Figura 11 o la Figura 12. La curva V-Q se calcula para cada nodo. Además de la curva V-Q, existe una curva P-V para cada nodo. El cálculo del flujo de tipo continuo es un método para describir la curva V-Q o la curva P-V calculando de manera continua operaciones de cálculo (cálculo predictor) para predecir el estado del sistema cambiando la energía de carga o similar bajo unas ciertas condiciones constantes y obtener la tensión de línea de bus correspondiente mediante el cálculo de flujo de tipo (cálculo corrector). El cálculo del flujo de tipo continuo será descrito. Por ejemplo, en el caso de la curva V-Q, el cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo puede ser un cambio de la tensión de nodo para la demanda de cada nodo y puede ser un cambio de la tensión del nodo para la demanda de cada nodo dividida por la demanda inicial de cada nodo. El cambio de la tensión del nodo con respecto a cualquier demanda o pluralidad de demandas se guarda. Además, en la base de datos 28 de resultados de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, se almacena un margen  $\Delta Q$  de potencia reactiva para cada nodo a partir de la diferencia desde la parte inferior a cero de la potencia Q reactiva de la curva V-Q a ser calculada como se ilustra en la Figura 11 usando la curva V-Q de los datos D4 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión que se calculan mediante el programa P20 de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo. De la misma manera que el cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, el margen de estabilidad de la tensión, en también el margen de estabilidad de la tensión, por ejemplo, la curva V-Q a ser usada al obtener el margen  $\Delta Q$  de potencia reactiva a partir de la curva V-Q puede ser un cambio de la tensión del nodo para la demanda de cada nodo y la demanda de cada nodo puede ser un cambio de la tensión del nodo para la demanda dividida por la demanda inicial de cada nodo. La curva V-Q, la tensión inferior que la limitación de potencia reactiva se define como no estable. Además, según la evaluación de otros distintos al  $\Delta Q$  de la curva V-Q, se realiza un método según un método determinante o un método de evaluación descrito en WECC "Criterios de Estabilidad de la Tensión, Estrategia de Desprendimiento de Carga de Bajo voltaje, y Metodología de Monitorización de la Reserva de Potencia Reactiva", Informe Final, 1998, pp. 33 a 58, y Comité Técnico de la Operación de Estabilidad del Sistema de Energía: "Técnica Operacional de la Estabilidad del sistema de Energía", investigación cooperativa eléctrica, Vol. 47, N° 1, 1991, pp. 24 a 34.

El resultado en el que el grado de desviación de cada nodo del escenario del cambio supuesto se ilustra en la Figura 14 o la Figura 15 y el escenario de cambio supuesto abrupto en el que el grado de desviación es menor que el valor de umbral tal como se ilustra en la Figura 16 se extraen se calcula mediante el programa P30 de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión que usa los datos D3 de umbral, los datos D7 del escenario de cambio supuesto, y los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo se almacena en la base de datos 29 de resultados de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión.

El resultado mejorado después del control del grado de desviación de cada nodo de cada escenario de cambio supuesto tal como se ilustra en la Figura 18 y el resultado en el que la tasa de mejora del grado de desviación del control supuesto en cada escenario tal como se ilustra en la Figura 19 que se calculan mediante el programa P40 de cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión usando el escenario de cambio supuesto que usa los datos D1 del sistema, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral, los datos D4 de control supuesto, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, los datos D6 de margen de control de la producción de energía renovable, los datos D7 del escenario de cambio supuesto, los datos D8 de resultados de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, y los datos D9 del resultado de la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión se almacenan en la base de datos 30 de resultados de la búsqueda de contramedidas de mejora.

A continuación, se describirá el contenido del proceso de cálculo del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión con referencia a la Figura 8. La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo de todos los procesos del dispositivo de monitorización de la estabilidad de la tensión. En primer lugar, se describirá un flujo simple. Después los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral, y los datos D4 de control supuesto se introducen y almacenan, los datos D1 de medición del sistema, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, y los datos D6 del margen de control de producción de energía renovable se reciben, se realiza el cálculo de la estimación de estado, y se almacena el resultado del cálculo de la estimación de estado. A

5 continuación, se calcula el escenario de cambio supuesto usando los datos D1 de medición del sistema, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, y el resultado de la estimación de estado (a almacenarse en la base de datos 21 de mediciones del sistema) (a almacenarse en la base de datos 27 de escenarios de cambio supuesto). A continuación, después de que se realice el cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo usando los datos D7 del escenario de cambio supuesto calculados, los datos D1 de medición del sistema, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D5 de variación de la producción de energía, y los datos D7 del escenario de cambio supuesto se calcula, el margen de estabilidad de la tensión, y el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión y el resultado del cálculo del margen de estabilidad de la tensión se almacenan (base de datos 28 de resultados del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo). Se realiza la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión usando los datos D3 de umbral, los datos D7 del escenario de cambio supuesto, y los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión, y el resultado de la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión se almacena (base de datos 29 de resultados de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión). A continuación, se realiza el cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión usando los datos D1 de medición del sistema, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral, los datos D4 de control supuesto, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, los datos D6 de margen de control de la producción de energía renovable, los datos D7 del escenario de cambio supuesto, los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión, y los datos D9 del resultado de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, se almacenan los datos D10 del resultado de búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión (la base de datos 30 de resultados de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión). Finalmente se calcula, como estado de monitorización de la estabilidad de la tensión, una pantalla presenta los datos D10 del resultado de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión que es el resultado D8 del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, el grado de desviación desde antes del cambio y después del cambio supuesto, el grado de desviación del resultado del cálculo de la tasa de mejora de la desviación, y el resultado del cálculo del dispositivo controlado recomendado. Los diversos tipos de resultados o datos de cálculo acumulados en la memoria durante el cálculo se pueden presentar de manera secuencial en la pantalla del dispositivo 210 de control de monitorización. Por consiguiente, un operador puede comprender fácilmente el estado operacional del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión. Además, en el dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión, como estado operacional, se pueden presentar los contenidos de monitorización (la recepción de datos del sistema, la presencia o ausencia del extremo de cálculo de la monitorización de la estabilidad de la tensión, el grado de desviación, el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión después de T1 segundos y T2 segundos) y similares. Por consiguiente, un operador puede comprender fácilmente el estado operacional del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión. La presentación en pantalla del estado desde la recepción de los diversos tipos de elementos de datos hasta la transmisión de los diversos tipos de resultados de cálculo se repite, hasta que se ejecute el cambio de la ubicación de la monitorización. Los flujos de procesos anteriores se describirán para cada etapa.

40 En primer lugar, en el Paso S1, en el caso en que los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral, y los datos D4 de control supuesto no se establezcan por adelantado, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral, y los datos D4 de control supuesto se introducen usando la unidad 12 de entrada y a unidad 11 de presentación. Aquí, los datos se pueden introducir a partir del dispositivo 210 de control de la monitorización a través de la red 300 de comunicación y la unidad 13 de comunicación, y los datos relacionados con los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral y los datos D4 de control supuesto guardados en el dispositivo 210 de control de la monitorización o similar pueden ser recibidos de manera automática a periodos constantes y se pueden almacenar. Además, en el caso en que los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral, y los datos D4 de control supuesto se establezcan por adelantado, se puede añadir la corrección, y se pueden usar los datos sin ningún cambio.

50 En el paso S2, se reciben los datos D1 de medición del sistema, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, y los datos D6 de margen de control de producción de energía renovable, y se realiza el cálculo de la estimación del estado, y el resultado del cálculo de la estimación del estado se almacena en la base de datos 21 de mediciones del sistema. Mediante el cálculo de la estimación del estado, se guarda el resultado en el que se estima y calcula la potencia P efectiva, la potencia Q reactiva, la tensión V, el ángulo  $\delta$  de la fase de la tensión, la corriente I, y el factor  $\Phi$  de potencia de cada uno de entre el nodo, la ramificación, el generado, la carga, y el dispositivo controlado del sistema preferido como los datos de medición del sistema. El método del cálculo de la estimación de estado se realiza según el método de cálculo o similar descrito en Lars Holten, Andres Gjelsvik, Sverre Adam, F.F. Wu, y Wen-Hs lung E. Liu, Comparación de Diferentes Métodos para la Estimación de Estado, IEEE Transacción en Sistemas de Energía, Vol. 3 (1988), pp. 1798 a 1806.

60 En el paso S3, se realiza el cálculo del escenario del cambio supuesto usando los datos D2 de instalación del sistema almacenados en el Paso S1, los datos D1 de medición del sistema almacenados en el Paso S2, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, y el resultado de la estimación del estado que se obtiene en el Paso S2, y el resultado del mismo se almacena en la base de datos 27 del escenario de cambio supuesto, Aquí, se describirá un flujo del cálculo del escenario de cambio supuesto con referencia a la Figura 9. La Figura 9 ilustra

un ejemplo de un diagrama de flujo para ilustrar un proceso de la unidad 31 de cálculo del escenario de cambio supuesto. La Figura 9 ilustra un método para leer los datos D1 de medición del sistema, los datos D2 de instalación del sistema, y los datos D5 de variación de la producción de energía renovable a través de los Pasos S11 a S18 y de manera repetida calcular el flujo para seleccionar las predicciones de variación de producción de energía renovable después de la selección de la ubicación de fallo supuesto y el modo y después de T1 segundos y T2 segundos y el ahorro de la predicción de variación de la producción de energía renovable seleccionada como el escenario D7 de cambio supuesto hasta que la ubicación de fallo supuesto, el modo de fallo supuesto, y la predicción de variación de producción de energía renovable sean seleccionados y finalizados. Los flujos del proceso anterior se describirán. En el Paso S11, los datos D2 de instalación del sistema almacenados en el Paso S1, los datos D1 de medición del sistema almacenados en el Paso S2, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, y el resultado de la estimación que se obtiene en el Paso S2 se leen en la memoria 14. Aunque no se ilustre en los dibujos, una lista de fallos de estimación que se crea de la ubicación de fallo supuesto y el modo de fallo supuesto se guarda, y se lee en la memoria 14. En el Paso S12, una de las ubicaciones de fallo supuesto no seleccionadas se selecciona de la lista de ubicaciones de fallo supuesto leídas en la memoria 14. En el Paso S13, se selecciona uno de los modos de fallo supuesto de la lista de modos de fallo supuestos leída en la memoria 14. En el paso S14, cualquiera de los valores de límite inferior y superior se selección de los valores límite inferior y superior del ancho de variación de la predicción de variación de la producción de energía renovable después de T1 segundos leídos en la memoria 14. En el Paso S14', se selecciona cualquiera de los valores de límite inferior y superior de los valores límite inferior y superior del ancho de variación de la predicción de variación de la producción de energía renovable después de T2 segundos leídos en la memoria 14. En el Paso S15, se guarda una combinación de la ubicación del fallo supuesto y el modo de fallo supuesto, y la predicción de variación de producción de energía renovable seleccionada en los Pasos S12 a S14' como un escenario D7 de cambio supuesto. En el Paso S16, en el caso de que no se seleccionen todas las listas de predicción de variación de la producción de energía renovable, el proceso vuelve al Paso S14. Además, en el Paso S16, en el caso en que se seleccionen todas las listas de predicción de variación de la producción de energía renovable, el proceso procede al Paso S17. En el Paso S17, en el caso en que no se seleccionan todas las listas del modo de fallo supuesto, el proceso vuelve al Paso S13. Además, en el Paso S17, en el caso en que en que se seleccionan todas las listas del modo de fallo supuesto, el proceso procede al Paso S18. En el Paso S18, en el caso en que no se seleccionan todas las listas de ubicación de fallo supuesto, el proceso vuelve al Paso S12. Además, en el Paso S18, en el caso en que se seleccionan todas las listas de ubicación de fallo supuesto, el proceso finaliza. Aquí, respecto a la predicción de variación de la producción de energía renovable, sin cambio de producción, se pueden considerar una reducción de la producción (durante un cierto periodo constante) y un aumento de la producción (durante un cierto periodo constante). Sin embargo, en este momento, para suponer la condición severa, se muestra un ejemplo en el que el escenario de cambio supuesto se genera usando los valores de límite inferior y superior del ancho de variación de producción. Además, se puede actualizar la predicción de variación de producción de energía renovable en base a los datos que se almacenan introduciéndolos de manera manual para cada periodo constante, en el dispositivo de control de monitorización, y en la base de datos. Aquí, como una combinación de la ubicación de fallo supuesto y el modo de fallo supuesto, y la predicción de variación de la producción de energía renovable, hay presente una combinación de sólo predicciones de variaciones de la producción de energía renovable sin fallo. De aquí en adelante, como un caso sin fallo, se describirá el contenido de un ejemplo. Aquí, se describirá un ejemplo de los datos D7 del escenario de cambio supuesto con referencia a la Figura 7. Como se ilustra en la Figura 7, como un caso de fallo a ser supuesto en el sistema de energía eléctrica, se incluye una lista en la cual la ubicación del fallo, y el modo del fallo, y la predicción de variación de la producción de energía renovable se combinan. Como otros elementos, se incluyen en la lista una temporización de eliminación del fallo y similares. La predicción de la variación de la producción de energía renovable incluye la cantidad de variación de la producción de generación de energía solar, de generación de energía eólica, de mega solar, o de parque eólico y los abandonos simultáneos de parques eólicos. Como el caso de fallo, puede ser sólo un caso de fallo brusco que depende de una operación del sistema. Los datos D7 del escenario de cambio supuesto se pueden establecer por adelantado sin usar la unidad 12 de entrada o se puede establecer el conjunto de valores en el dispositivo 210 de control de la monitorización a través de la red 300 de comunicación y la unidad 13 de comunicación. Mediante estos métodos de ajuste, se produce el efecto de que es posible establecer de manera flexible los datos D7 del escenario de cambio supuesto.

Volviendo a la Figura 8, aquí, en el Paso S4, después de que se realice el cálculo de la estabilidad de la tensión usando el resultado del cálculo de la estimación de estado y el escenario del cambio supuesto, se almacena el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión. El método para calcular la estabilidad de la tensión se realiza según el método de cálculo descrito, por ejemplo, en la PTL3, Chiang, H.D, et al., "CPFLOW: Una Herramienta Práctica para rastrear el Comportamiento Estacionario de Estado-Estable Debido a las Variaciones de Carga y Generación", IEEE Trans. en Sistemas de Energía, Vol. 10, N° 2, pp. 623 a 634, 1995, VVenkataramana Ajarap, "Técnicas Computacionales para la Evaluación y el Control de la Estabilidad de la Tensión" Springer, 2006, pp. 49 a 116, o JP-A-6-153397. Además, como el método de cálculo del escenario de cambio supuesto, un método según un método descrito en la PTL 1 o un método descrito en el Comité Técnico Operacional de Estabilidad del Sistema: "Técnica Operacional de Estabilidad del sistema de Energía", investigación cooperativa eléctrica, Vol. 47, N° 1, 1991, pp. 24 a 34. Además, como el método de evaluación de la curva V-Q, se realiza un método según un método descrito en el Comité Técnico de Operación de la Estabilidad del Sistema de Energía: "Técnica Operacional de Estabilidad del sistema de Energía", investigación cooperativa eléctrica, Vol. 47, N° 1, 1991, pp. 24 a 34 y un método

descrito en WECC, "Criterios de Estabilidad de la Tensión, Bajo Estrategia de Desprendimiento de Carga de tensión, y Metodología de Monitorización de la Reserva de Potencia Reactiva", Informe Final, 1998, pp. 33 a 58. Por ejemplo, se usa el margen  $\Delta Q$  de potencia reactiva. Aquí, se describirá un flujo del cálculo de la estabilidad de la tensión con referencia a la Figura 10. En el Paso S21, los datos D1 de medición del sistema, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, y los datos D7 del escenario de cambio supuesto se leen en la memoria 14. En el Paso S22, se selecciona uno de los buses de carga. A continuación, en el Paso S23, se determina un ancho de paso. Aquí, en relación al primer Paso S23, como ancho de paso, se usa el valor inicial. A partir del segundo Paso S23, el ancho de paso se determina considerando el número de veces que necesita el cálculo corrector para converger con el ancho de paso anterior. En el Paso S24, si el primer paso se establece como el valor de ajuste o el valor de estimación del estado se establece como el predictor, el proceso procede al Paso S25. Después del segundo paso, se somete el bus de carga seleccionado a una instrucción PV, y un punto en el que la tensión  $V$  reducida se establece como el resultado del cálculo del predictor usando el ancho de paso que usa la potencia efectiva como potencia fija. En este momento, la potencia efectiva puede usar el valor anterior del resultado del cálculo de la convergencia. A continuación, en el Paso S25, se realiza el cálculo del flujo usando el punto del predictor que se calcula en el Paso S24 como un valor inicial. En el cálculo del flujo, se realiza el cálculo de la convergencia usando el método Newton Raphson. Aquí, la condición de la determinación de la convergencia en el cálculo de la convergencia tiene un valor que se establece por adelantado. El método Newton Raphson se realiza según el método descrito en WILLIAM. F. TINNEY, et al., "Solución del Flujo de Energía mediante el Método de Newton", IEEE Trans. en Sistemas de Energía, Vol. PAS-86, N° 11, pp. 1449 a 1460 y 1967. En el Paso S26, se determina si el Paso S25 converge dentro de los números de convergencia definidos. El valor máximo de los números de convergencia se establece anteriormente. En el caso de convergencia, el proceso procede al Paso S27, se guarda el valor de tensión convergido. En el caso de no convergencia, el proceso procede al Paso S28, si el ancho del paso no es un valor mínimo, el ancho del paso se reduce, y el proceso vuelve al Paso S24. En el Paso S27, se guarda el valor que es convergido por el cálculo del flujo. Además, en el Paso S28, si el ancho de paso no es el valor mínimo, el proceso vuelve al Paso S23 y si el ancho de paso es el valor mínimo, el proceso procede al Paso S29, el cálculo del bus de carga no se realiza (sin embargo, se repite un mensaje de error). En el Paso S29, se confirma si se seleccionan todos los buses de carga, y en el caso en que se seleccionen todos los buses de carga, el proceso procede al Paso S30. En el caso en que no se seleccionen todos los buses de carga, el proceso vuelve al Paso S22, se selecciona el bus de carga. En el Paso S30, el resultado D8 del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo se guarda. Según los flujos en los Pasos S22 a S30, se implementa la curva V-Q para cada escenario de cambio supuesto. Resolviendo el cálculo del flujo continuo, se implementa el cálculo del flujo continuo y se dibuja la curva V-Q. Aquí, se describirá el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo con referencia a la Figura 12. La Figura 12 ilustra un ejemplo para ilustrar una imagen de la unidad 31 de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo. La Figura 12 puede ser dibujada restando la parte de suministro de potencia reactiva del lado del sistema del consumo de potencia reactiva de la tensión  $V_i$  de un nodo  $i$  en un eje horizontal y un nodo  $i$  de la potencia reactiva en un eje vertical. Además, se proporciona un eje de tiempo en una dirección de profundidad, se muestra que la curva V-Q se puede calcular en series de tiempo según el escenario de cambio supuesto. En la Figura 11, se presenta una curva VQ en una sección de tiempo, y se define un punto de operación como  $(V_{i0}, Q_0)$ . Además, el límite de potencia reactiva que es un límite de la estabilidad de la tensión es una ubicación de  $Q_c$ . La curva V-Q se puede dibujar restando la parte de suministro de potencia reactiva del lado del sistema del consumo de potencia reactiva del nodo  $i$ . Se puede incluir una función del cálculo de tensión en consideración de los datos de restricción permitidos de producción de potencia efectiva y reactiva del generador. Por consiguiente, se puede revisar una estabilidad de la tensión del sistema de energía eléctrica más cercana a la realidad. Las curvas anteriores se calculan para todos los buses de carga.

Volviendo a la Figura 8, en el Paso S5, se realiza la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión y los datos del resultado de la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión se almacenan. Aquí, el flujo de la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión se describirá con referencia a la Figura 13. En el Paso S31, los datos D3 de umbral, los datos D7 del escenario de cambio supuesto, y los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo se leen en la memoria 14. En el Paso S32, se selecciona el escenario de cambio supuesto. En el Paso S33, el grado de desviación se calcula a partir de los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo y los datos D3 de umbral del escenario de cambio supuesto que se seleccionan en el Paso S32. Aquí, el ejemplo de cálculo del grado de desviación se describirá con referencia a la Figura 14. La Figura 14 ilustra la curva V-Q antes del cambio supuesto y después del cambio supuesto, respectivamente. El grado de desviación es un índice que indica cuánto se separa la curva después del cambio supuesto de la curva antes del cambio supuesto. Cuando el grado de desviación se define como  $D$ , el grado de desviación se puede calcular mediante la Expresión (1). Aquí,  $V_i$  representa la tensión de cada nodo y  $Q_c$  es el valor inferior de la potencia reactiva de la curva V-Q. El cálculo del grado de desviación se puede realizar a partir de la diferencia en el gradiente  $dV_i/dQ$  en el punto operacional. Usando el gradiente, la cantidad del cálculo se puede reducir. Además, se ilustra en la Figura 15 un ejemplo en el que se realiza el cálculo del grado de desviación en series de tiempo. En el caso en que el grado de desviación se calcula en series de tiempo, el cálculo del grado de desviación se puede realizar añadiendo el grado de desviación a los respectivos tiempos.

$$D = \int_{\Omega_c}^0 V_i dQ \quad (1)$$

Volviendo a la Figura 13, en el Paso S34, se determina si el grado de desviación que se calcula en el Paso S33 está dentro del rango de umbral que se establece por adelantado. Cuando el grado de desviación está en el rango de umbral, se devuelve la selección del escenario de cambio supuesto del Paso S32, cuando el valor es mayor que el valor de umbral, el proceso procede al Paso S35. En el Paso S35, según los datos D9 del resultado de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, el grado de desviación y la indicación de si el grado de desviación está dentro del valor de umbral se guardan. Cuando el valor es mayor que el valor de umbral, el proceso procede al Paso S35, el resultado de que el valor esté dentro del valor de umbral se mantiene en la memoria 14, y cuando pasa a través del Paso S35, el resultado se guarda. Aquí, en la Figura 16, se ilustra una imagen de la relación del grado de desviación y el valor de umbral del escenario de cambio supuesto. En la Figura 16, el escenario N° 1 de cambio supuesto resulta un escenario de cambio supuesto abrupto. El número de escenarios supuestos abruptos no se limita a 1, y se puede incluir el caso en que no exista escenario de cambio supuesto. Volviendo a la Figura 13, en el Paso S36, se determina si se selecciona todos los escenarios de cambio supuesto, y cuando está presente el escenario de cambio supuesto que no se selecciona, el proceso vuelve al Paso S32. Cuando todos los escenarios de cambio supuesto se seleccionan, el proceso finaliza, y el proceso procede al Paso S6.

Volviendo a la Figura 8, en el Paso S6, se calcula el cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión, y se almacenan los datos del resultado del cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejoras de la estabilidad de la tensión. Aquí, se describirá el cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión con referencia a la Figura 17. En el Paso S41, los datos D1 de medición del sistema, los datos D2 de instalación del sistema, los datos D3 de umbral, los datos D4 de control supuesto, los datos D5 de variación de la producción de energía renovable, los datos D6 del margen de control de la producción de energía renovable, los datos D7 del escenario de cambio supuesto, los datos D8 del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, y los datos D9 del resultado de la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión se leen en la memoria 14. En el Paso S42, se selecciona el escenario de cambio supuesto. En el Paso S43, el control supuesto es seleccionado mediante los datos de control supuesto. En el Paso S44, se ejecuta el cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, y en el Paso S45, se ejecuta el grado de cálculo de la desviación. Aquí, la Figura 18 indica el grado de desviación en el caso en que se ejecute el control supuesto seleccionado en una forma que se añade en la Figura 14 que se calcula en el momento de la determinación de la necesidad de las contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión. El grado de desviación en el cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión se calcula mediante la misma expresión que la expresada en el momento de la determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión. Además, la Figura 19 ilustra cuánto se mejora el grado de desviación (se disminuye el grado de desviación) usando el cálculo antes y después del control supuesto. Aquí, volviendo a la Figura 17, en el Paso S46, se guardan los datos D10 del resultado de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión. A continuación, en el Paso S47, se determina si se seleccionan todos los controles supuestos. En el caso en que no se seleccionen todos los controles supuestos, el proceso vuelve al Paso S42 y en el caso en que se seleccionen todos los controles supuestos, el proceso procede al Paso S49. En el Paso S49, los valores promedio en el escenario de cambio supuesto respectivo y el control supuesto se calculan y el valor promedio calculado se mantiene en la memoria 14. En el Paso S50, se determina un grupo de control supuesto que tiene un valor promedio bajo del grado de desviación mantenido en la memoria como la contramedida de mejora de la estabilidad de la tensión. Existe el caso en que el número de grupos de control supuestos es cero o el número de grupos de control supuestos es uno. A continuación, en el Paso S51, se guardan los datos D10 del resultado de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad y se finaliza. El grupo de control supuesto que se determina como la contramedida de mejora de la estabilidad de la tensión resulta una contramedida de mejora de la estabilidad de la tensión recomendada. Ilustrando una posición geográfica en el diagrama de sistema tal como se ilustra en la Figura 20, se puede estimar un efecto de que es fácil entender dónde se puede mejorar la estabilidad de la tensión, y el operador puede revisar fácilmente la contramedida. Además, presentando las contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión recomendadas de una manera solapada a la pluralidad de escenarios de cambio supuesto de presentación de las otras contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión de manera solapada, es más fácil entender la tendencia de que el escenario de cambio supuesto es severo y la tasa de mejora del control asumido es baja o alta. Por consiguiente, un efecto es que el operador puede revisar fácilmente las contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión.

Volviendo a la Figura 8, aquí, en el Paso S7 final, como el estado de monitorización de la estabilidad de la tensión, una pantalla presenta los datos D10 del resultado de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión que es el resultado D8 del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, el grado de desviación desde antes del cambio y después del cambio supuesto, el grado del resultado del cálculo de la tasa de mejora de la desviación, y el resultado del cálculo del dispositivo controlado recomendado. Los diversos tipos de resultados o datos de cálculo acumulados en la memoria durante el cálculo se pueden presentar de manera secuencial en la pantalla del dispositivo 210 de control de la monitorización. Por consiguiente, un operador puede

comprender fácilmente el estado operacional del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión. Además, en el dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión, como el estado operacional, se pueden presentar los contenidos de monitorización (la recepción de los datos de sistema, la presencia y ausencia de extremo de cálculo de la monitorización de la estabilidad de la tensión, el grado de desviación, el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión después de T1 segundos y T2 segundos) y similares. Por consiguiente, un operador puede comprender fácilmente el estado operacional del dispositivo 10 de monitorización de la estabilidad de la tensión. Se ejecuta la presentación en pantalla del estado desde la recepción de los diversos tipos de elementos de datos hasta la transmisión de los diversos tipos de resultados de cálculo respectivamente, hasta el cambio de la ubicación de la monitorización. Después de esto, el paso puede volver al paso de recepción de los datos del Paso S2 y volviendo al proceso de entrada de los datos del Paso S1, se pueden corregir los datos de entrada. Presentando la presentación en pantalla como una alarma, se consigue que se pueda generar el efecto del aviso al operador. Por otro lado, cuando la alarma se activa demasiado, existe la posibilidad de que se produzca el fallo en el caso normal. Por consiguiente, proporcionando un cierto grado de margen, se puede reducir la carga en el operador.

A continuación, en las Figura 21 a 23, se ilustran ejemplos de presentación de la pantalla de salida. La Figura 21 ilustra un diagrama que ilustra un ejemplo de una pantalla para presentar el resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión, el resultado del cálculo del margen de estabilidad de la tensión, y el grado de desviación desde antes del cambio a después del cambio supuesto. Como un estado de monitorización de la estabilidad de la tensión. Disponiendo el grado de desviación como una gráfica de barras, se consigue el efecto de que el deterioro de la estabilidad de la tensión después del cambio supuesto se pueda entender de una sola vez. Además, presentando el valor de tensión y el margen de potencia reactiva de cada escenario al mover la ubicación de designación, se incluye la función de que el usuario pueda ver fácilmente los datos. Además, presentando el margen de potencia reactiva, el operador puede comprender el margen de una sola vez. Además, se pueden seleccionar varios índices de estabilidad de la tensión, y la función que puede operar los respectivos resultados y presentarlos en la pantalla se puede incluir. Por consiguiente, se puede evaluar fácilmente la severidad de la estabilidad de la tensión. Además, se incluye la función que puede cambiar la presentación seleccionando un historial pasado. Por consiguiente, en general, se indica el bus establecido, y es posible confirmar la curva V-Q del otro bus establecido. La Figura 22 ilustra un diagrama que ilustra un ejemplo de una pantalla para presentar un resultado de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, un resultado de cálculo del margen de estabilidad de la tensión, y un grado de desviación desde antes del cambio hasta después del cambio, como un estado de monitorización de la estabilidad. Añadiendo el concepto de eje de tiempo a la Figura 21, se consigue el efecto de que la evaluación comparativa de cada escenario de cambio supuesto cuando se cambia el tiempo se consigue fácilmente. La Figura 23 ilustra un diagrama que ilustra un ejemplo de una pantalla para presentar un grado de resultado del cálculo de la tasa de mejora de la desviación y un resultado del cálculo del dispositivo controlado recomendado. Presentando el dispositivo de control recomendado en el diagrama del sistema de esta manera, se puede conseguir el efecto de que el operador pueda entender fácilmente la ubicación de control. Además, se presenta en pantalla la función de que los diferentes escenarios de cambio supuestos se seleccionan con una etiqueta, la tasa de mejora del grado de desviación en este momento, se incluye que el contenido pueda ser visto. Por consiguiente, es posible reconocer fácilmente una o más posiciones del dispositivo de control recomendado. Además, se incluye la función que puede cambiar la presentación seleccionando un historial pasado.

Lista de signos de referencia

- 10: dispositivo de monitorización de la estabilidad de la tensión
- 11: unidad de presentación
- 12: unidad de entrada
- 13: unidad de comunicación
- 14: CPU
- 15: memoria
- 20: datos de programas (base de datos de programas)
- 21: datos de medición del sistema (base de datos de mediciones del sistema)
- 22: datos de instalación del sistema (base de datos de instalaciones del sistema)
- 23: datos de umbral (base de datos de umbrales)
- 24: datos de control supuestos (base de datos de control supuesto)
- 25: datos de predicción de la variación de producción de energía renovable (base de datos de predicción de la variación de la producción de energía renovable)
- 26: datos del escenario de cambio supuesto (base de datos de escenarios de cambio supuesto)
- 27: datos del escenario de cambio supuesto (base de datos de escenarios de cambio supuesto)
- 28: datos del resultado de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo (base de datos de resultados de cálculos de la estabilidad de la tensión en series de tiempo).
- 29: datos del resultado de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión (base de datos de resultados de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión)

## ES 2 754 626 T3

	30:	datos del resultado de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión (base de datos de resultados de búsquedas de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión).
	31:	unidad de cálculo del escenario de cambio supuesto
5	32:	unidad de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo
	33:	unidad de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión
	34:	unidad de cálculo de la búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión
10	40:	unidad de cálculo de la estabilidad de la tensión
	41:	datos del resultado del cálculo de la monitorización de la estabilidad de la tensión (base de datos de resultados de cálculo de la monitorización de la estabilidad de la tensión)
	42:	línea de bus
	43:	dispositivo de medición
15	51	datos de mediciones del sistema
	100:	sistema de energía eléctrica
	110:	fuelle de energía (incluyendo la fuente de energía eléctrica renovable)
	120a, 120b, 121a, 121b:	nodo (bus)
	130a, 130b:	transformador eléctrico
20	140a, 140b, 141a, 141b:	ramificación (línea)
	150:	carga
	210	dispositivo de control de la monitorización
	300:	red de comunicación
	310:	pantalla de monitorización de la estabilidad de la tensión
25	320	pantalla del resultado del cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo, pantalla del resultado del cálculo del margen de estabilidad de la tensión, pantalla del grado de desviación desde antes del cambio hasta después del cambio supuesto
	330:	grado de desviación de la pantalla del resultado del cambio de la tasa de la mejora de la desviación de cada escenario
30	340:	pantalla de información de sistema del resultado del cálculo del dispositivo controlado recomendado

**REIVINDICACIONES**

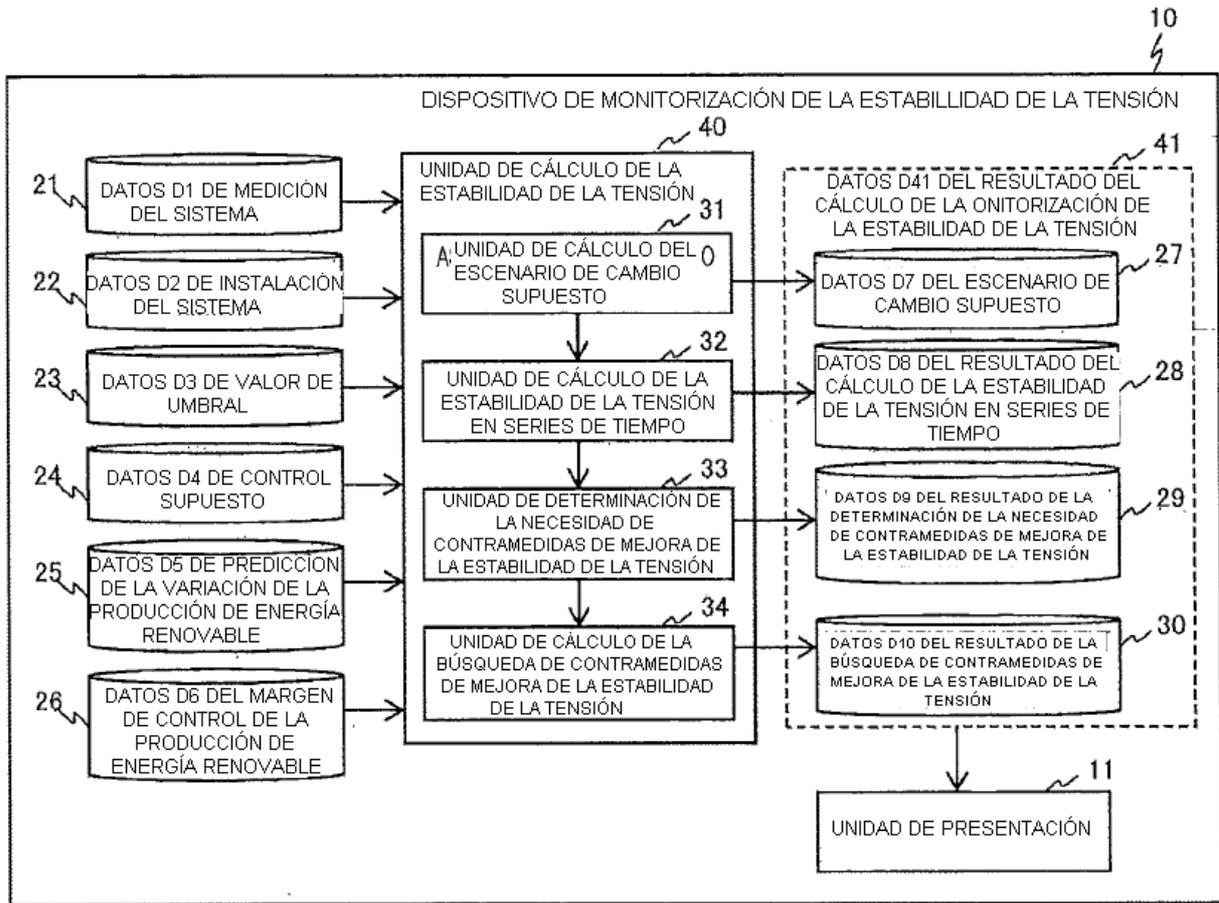
1. Un dispositivo (10) de monitorización de la estabilidad de la tensión para monitorizar la estabilidad de la tensión de un sistema que comprende:
- 5 una unidad (31) de cálculo del escenario de cambio supuesto configurada para predecir la variación de producción de energía renovable conectada al sistema y configurada para calcular un estado de flujo de energía en series de tiempo de cambio supuesto en base a la variación de producción;
- 10 una unidad (32) de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo configurada para calcular un cambio de tensión de nodo con respecto a la demanda en cada nodo del sistema en base al estado de flujo de energía calculado por la unidad (31) de cálculo del escenario de cambio supuesto y configurada para calcular la estabilidad de la tensión que indica la curva de relación entre la tensión de nodo y la potencia reactiva;
- 15 una unidad de búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión configurada para determinar un dispositivo controlado sobre el cual se ha de realizar un control supuesto, según la estabilidad de tensión calculada por la unidad (32) de cálculo de la estabilidad de la tensión en series de tiempo; y
- 20 una unidad (33) de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión adecuada para determinar si realizar el control supuesto dependiendo del índice predeterminado a ser calculado a partir de la estabilidad de la tensión, en donde la unidad (33) de determinación de la necesidad de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión se configura para calcular el grado de desviación que se obtiene integrando la diferencia entre las curvas de relación antes y después del cambio supuesto sobre un intervalo de tensión predeterminado y se configura para determinar si realizar el control supuesto dependiendo de si el grado de desviación está en un valor de umbral predeterminado.
- 25 2. El dispositivo (10) de monitorización de la estabilidad de la tensión según la Reivindicación 1, en donde la unidad (31) de cálculo del escenario de cambio supuesto calcula el estado del flujo en base a un cambio supuesto que incluye al menos uno de entre una ubicación de fallo de un dispositivo de sistema, un tiempo de liberación de modo o fallo, y una variación de producción de la generación de energía solar o la generación de energía eólica.
- 30 3. El dispositivo (10) de monitorización de la estabilidad de la tensión según la Reivindicación 1, que comprende, además:
- 35 una unidad (11) de presentación para presentar el dispositivo controlado que se determina en la unidad de búsqueda de contramedidas de mejora de la estabilidad de la tensión.
- 40 4. El dispositivo (10) de monitorización de la estabilidad de la tensión según la Reivindicación 1, en donde la curva de relación se calcula usando un cálculo de flujo en el que se repiten un cálculo predictor y un cálculo corrector.
5. El dispositivo (10) de monitorización de la estabilidad de la tensión según la Reivindicación 1, en donde la curva de relación tiene un eje de tiempo además de los ejes de la tensión y la potencia reactiva.
- 45 6. El dispositivo (10) de monitorización de la estabilidad de la tensión según la Reivindicación 1, en donde se determina el dispositivo controlado sobre el que se ha de realizar el control supuesto cuando el valor promedio de una pluralidad de grados de desviación resulta inferior y se presenta el dispositivo controlado en una pantalla.
- 50 7. El dispositivo (10) de monitorización de la estabilidad de la tensión según la Reivindicación 1, en donde se calcula la tasa de mejora del grado de la desviación en base al grado de desviación antes y después del cambio supuesto y se realiza el grado de desviación después del control supuesto.
- 55 8. Un método de monitorización de la estabilidad de la tensión para monitorizar la estabilidad de la tensión de un sistema, comprendiendo el método:
- 60 un paso para predecir la variación de producción de energía renovable conectada al sistema y calcular el estado de flujo de energía en series de tiempo del cambio supuesto en base a la variación de la producción;
- un paso para calcular el cambio de tensión de nodo con respecto a la demanda en cada nodo del sistema en base al estado de flujo de energía y calcular la estabilidad de la tensión que indica la curva de relación entre la tensión de nodo y la potencia reactiva;
- un paso para determinar un dispositivo controlado sobre el cual se ha de realizar un control supuesto, según la estabilidad de la tensión;
- determinar si realizar el control supuesto dependiendo del índice predeterminado a ser calculado a partir de la estabilidad de la tensión;

## ES 2 754 626 T3

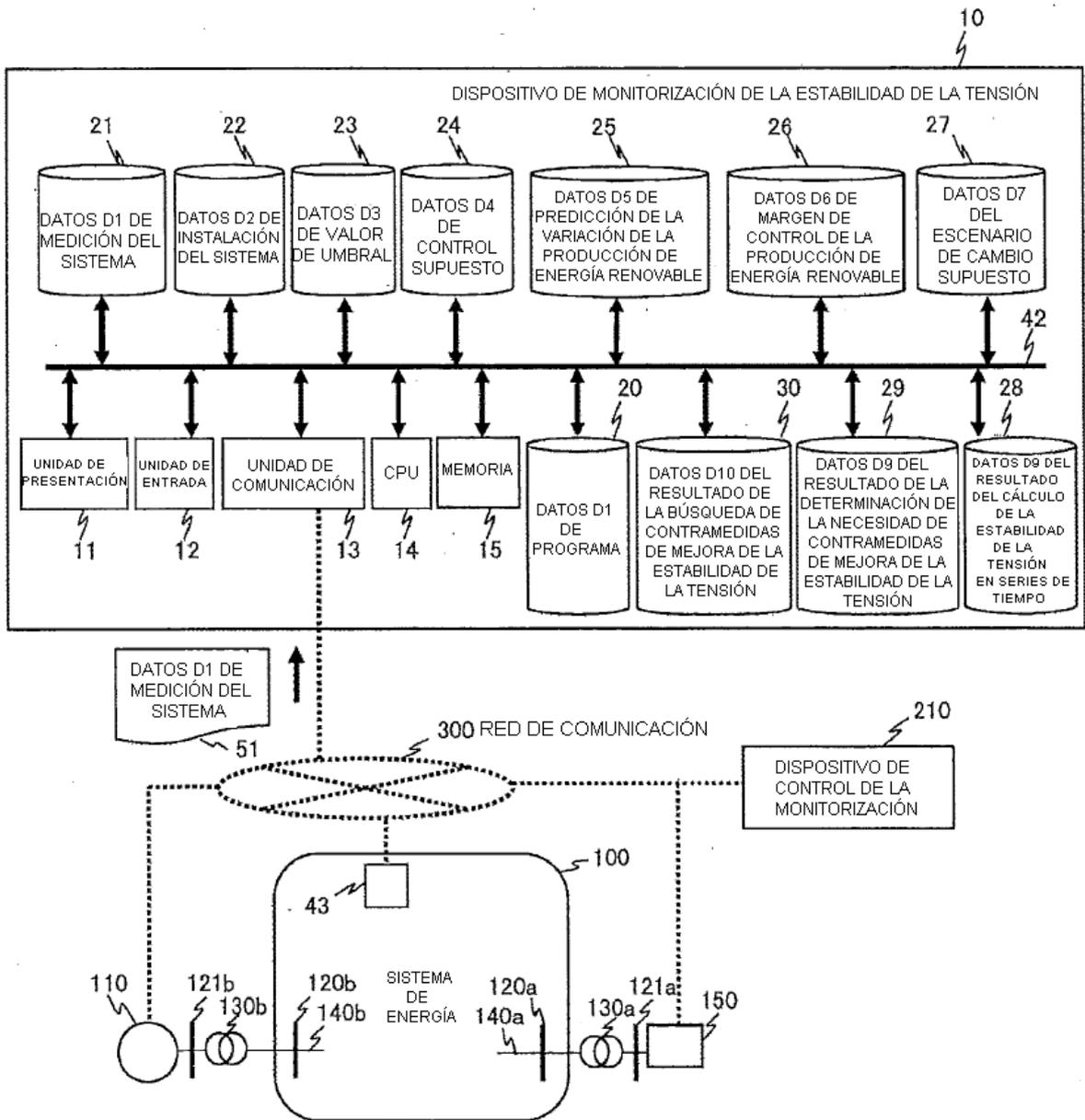
calcular el grado de desviación que se obtiene mediante la integración de la diferencia entre las curvas de relación antes y después del cambio supuesto sobre un intervalo de tensión predeterminado; y determinar si realizar el control supuesto dependiendo de si el grado de desviación está dentro de un valor de umbral predeterminado; y

- 5 un paso para presentar el dispositivo controlado determinado y el grado de desviación para el cambio supuesto junto con el cambio supuesto en una pantalla.

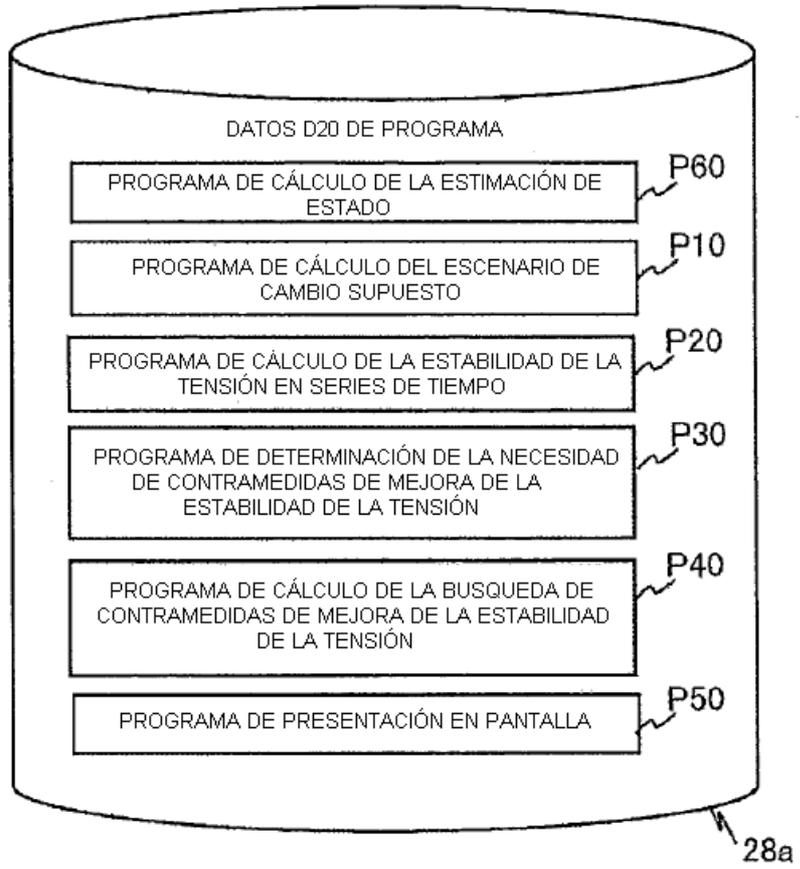
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]

Nº	ENERGÍA RENOVABLE OBJETIVO	DESPUÉS DE T1 SEGUNDOS	DESPUES DE T2 SEGUNDOS	...
1	110a	$\pm \Delta Pa_1$	$\pm \Delta Pa_2$	
2	110b	$\pm \Delta Pb_1$	$\pm \Delta Pb_2$	...
:	:	:	:	...



[Fig. 5]

Nº	ENERGÍA RENOVABLE OBJETIVO	ACTUAL	DESPUÉS DE T1 SEGUNDOS	...
1	110a	$-\Delta Pa_{02}$	$-\Delta Pa_{12}$	
2	110b	$+\Delta Pb_{01}$ $-\Delta Pb_{02}$	$-\Delta Pb_{11}$ $-\Delta Pb_{12}$	...
:	:	:	:	...

[Fig. 6]

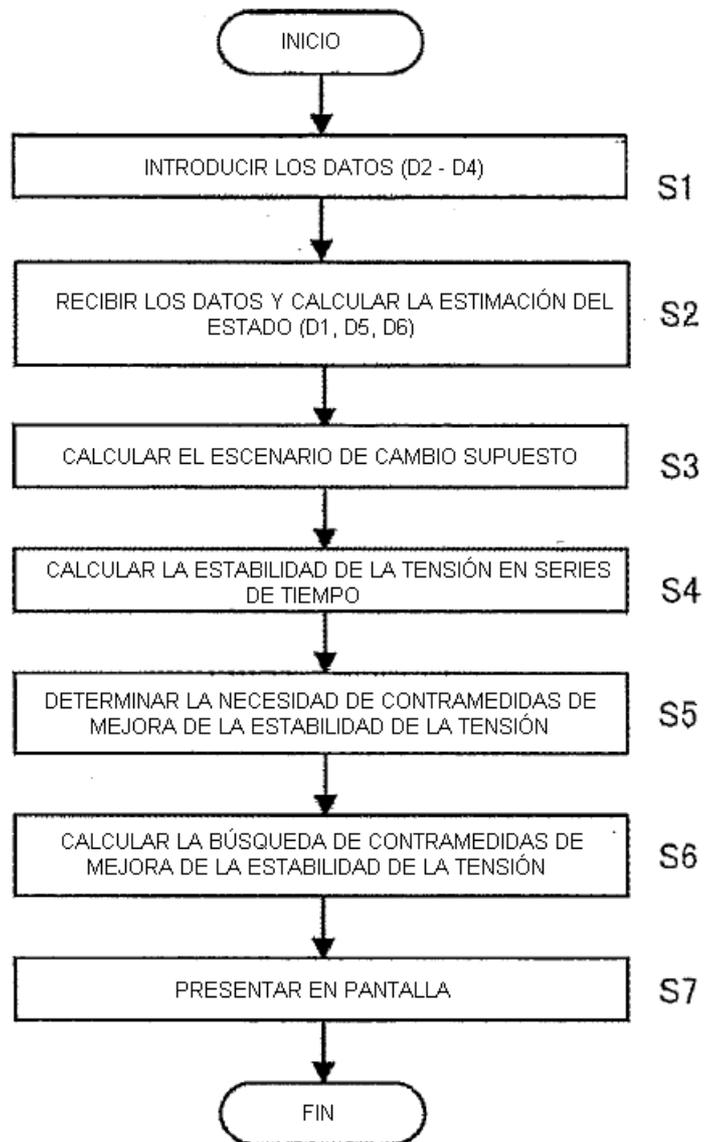
Nº	ENERGÍA RENOVABLE OBJETIVO	ACTUAL	DESPUÉS DE T1 SEGUNDOS	...	DESPUES DE T2 SEGUNDOS	...
1	110a	—	$+\Delta Pa_1$	...	$+\Delta Pa_2$	...
	110b	—	$+\Delta Pb_1$	...	$+\Delta Pb_2$	...
	:	:	:	...	:	...
2	110a	—	$-\Delta Pa_1$	...	$-\Delta Pa_2$	...
	110b	—	$-\Delta Pb_1$	...	$-\Delta Pb_2$	...
	:	:	:	...	:	...
:	:	:	:	:	:	...

[Fig. 7]

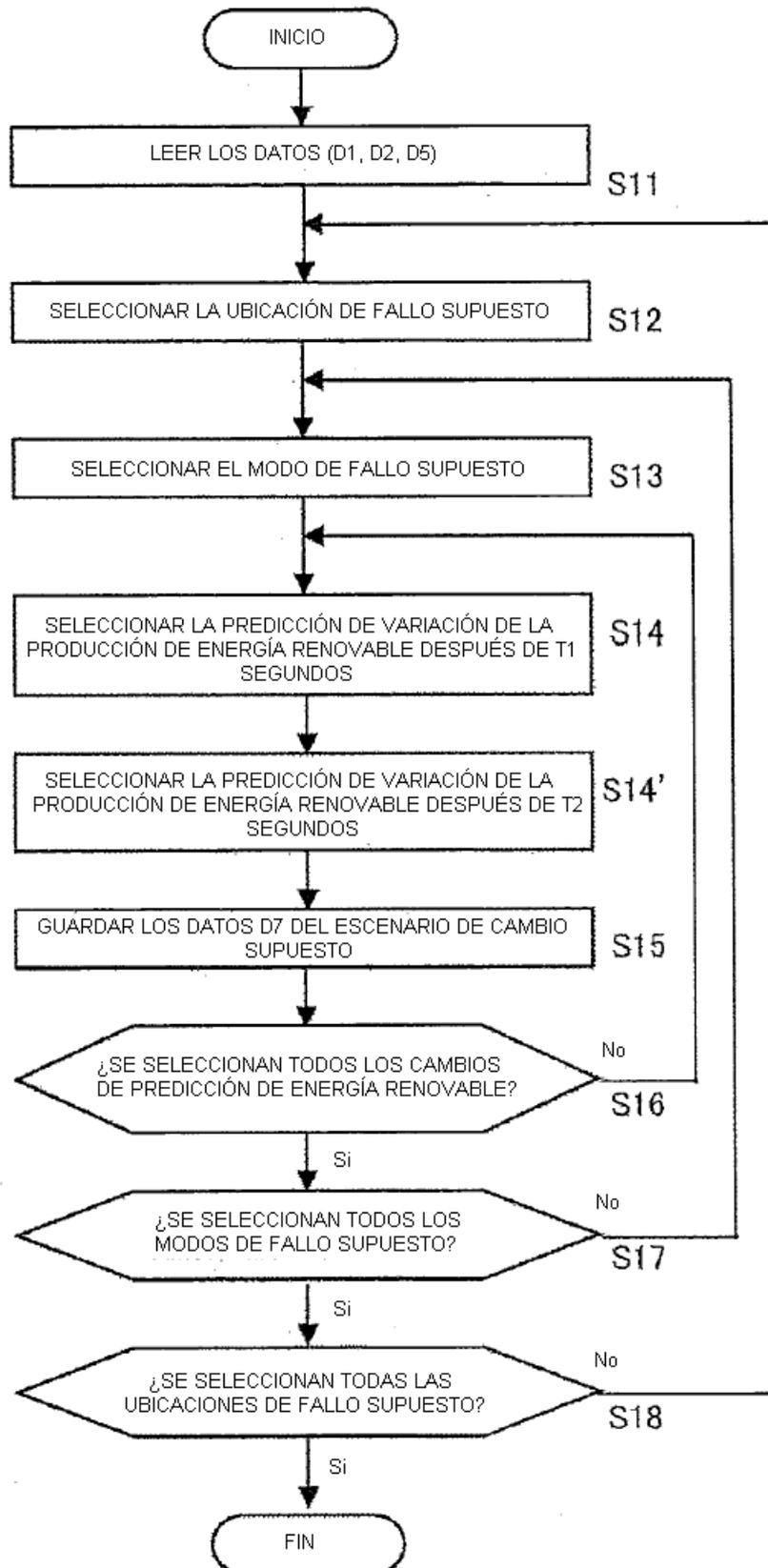
VALOR DE UMBRAL DE LA CONTRAMEDIDA DE MEJORA DE LA ESTABILIDAD DE LA TENSÓN [%]
XX.XXX

2	110a	—	$-\Delta Pa_1$	...	$-\Delta Pa_2$	...
	110b	—	$-\Delta Pb_1$	...	$-\Delta Pb_2$	...
	:	:	:	...	:	...
:	:	:	:	:	:	...

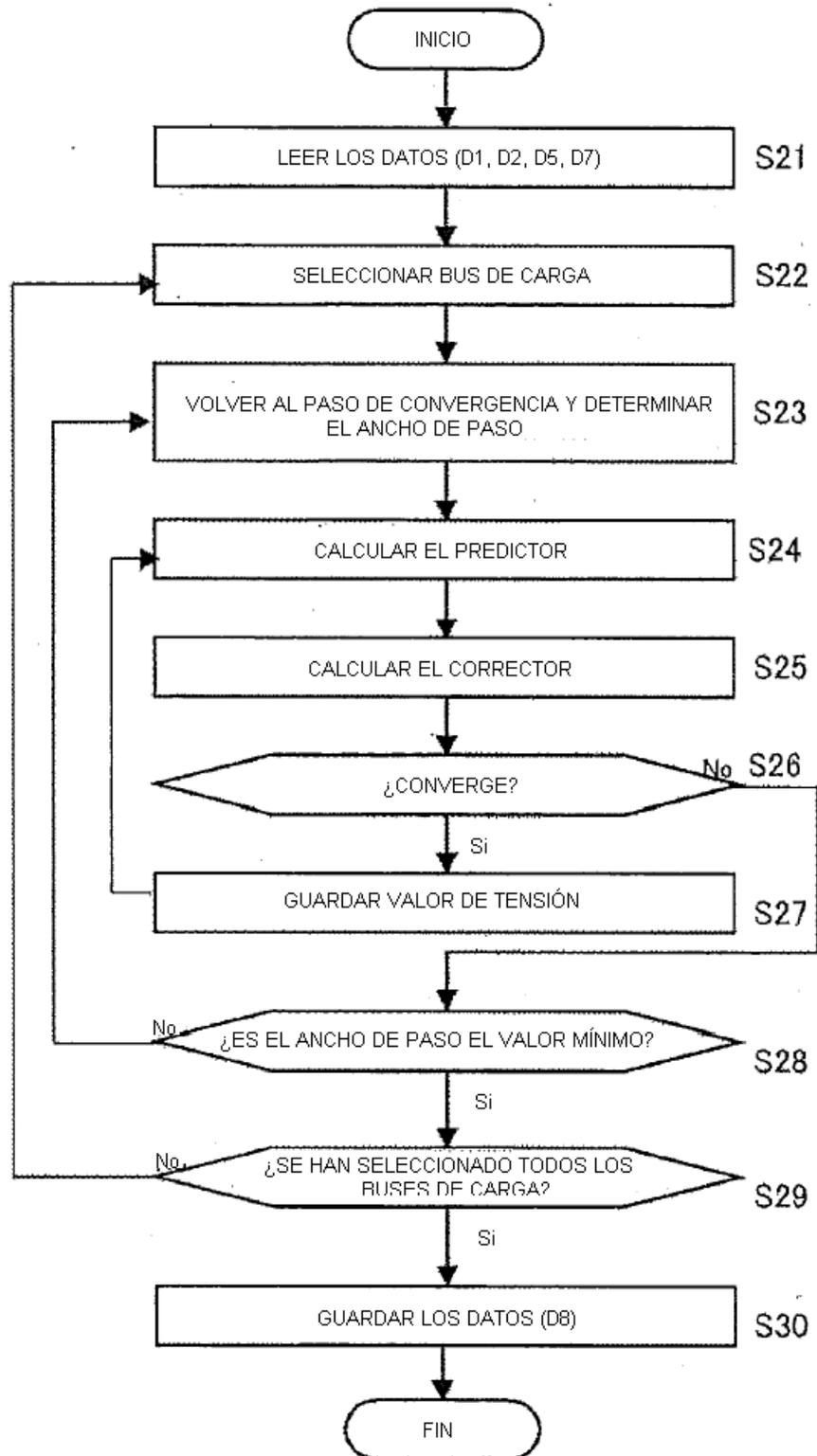
[Fig. 8]



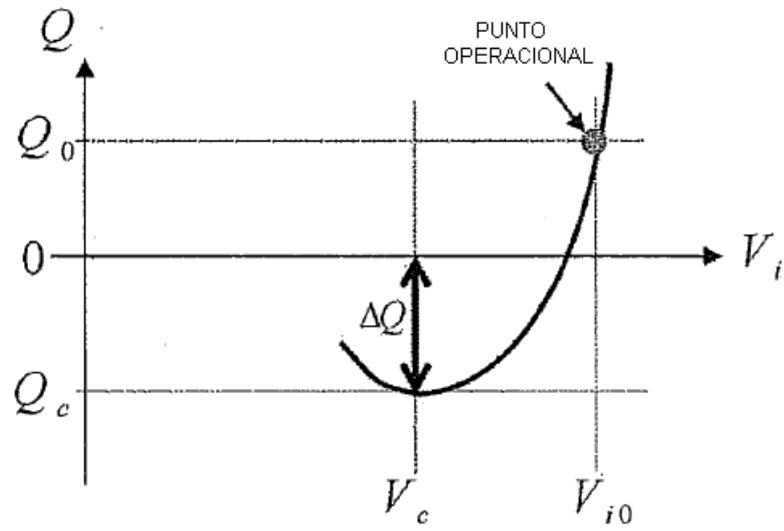
[Fig. 9]



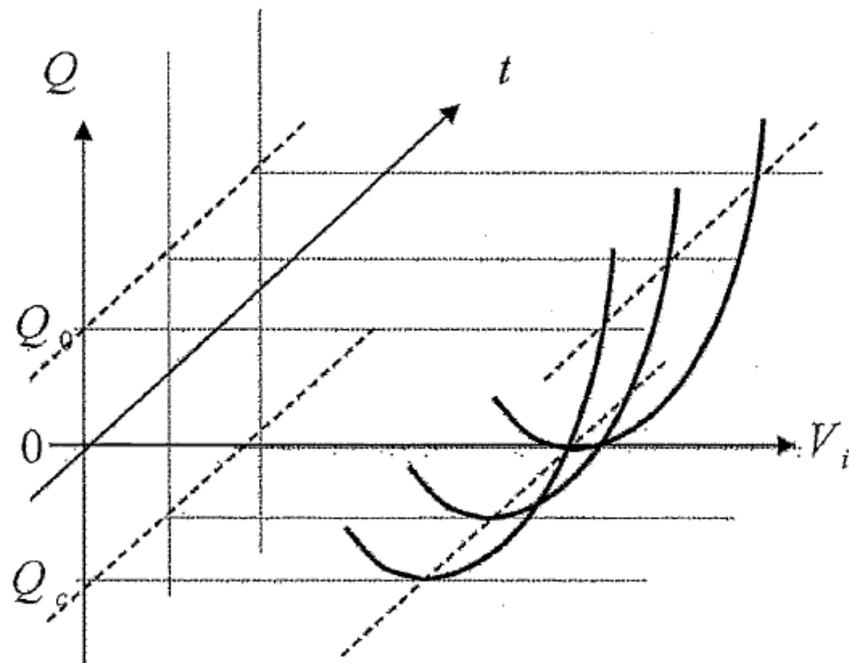
[Fig. 10]



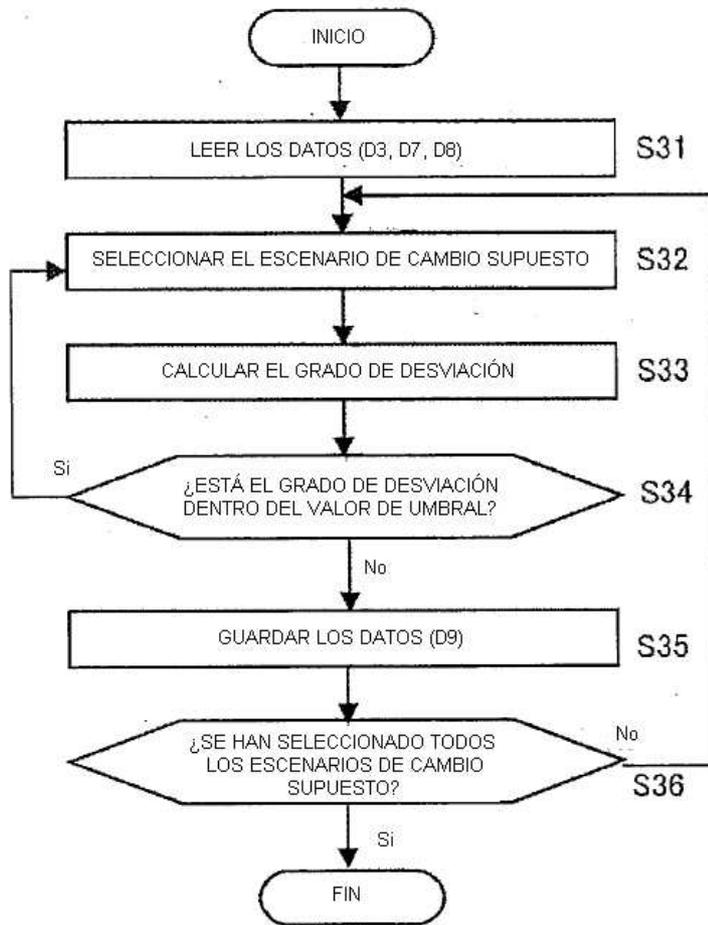
[Fig. 11]



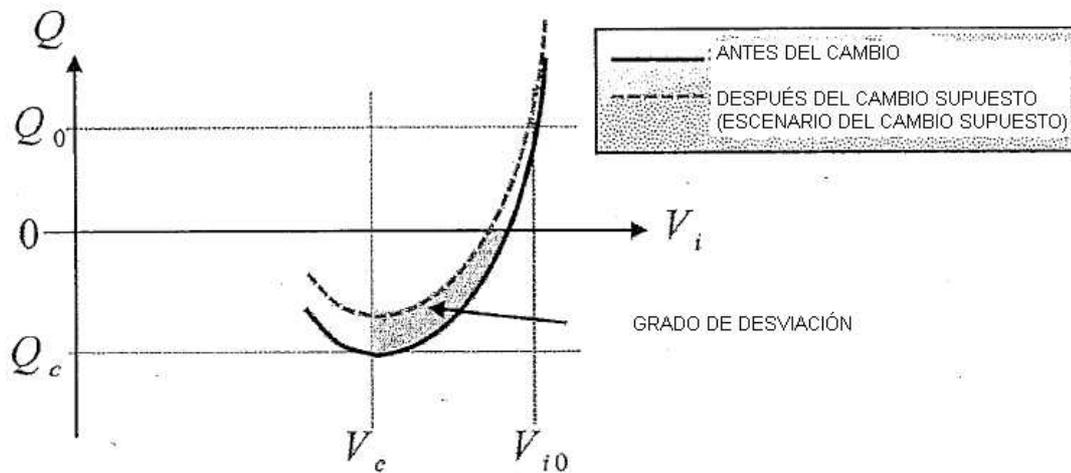
[Fig. 12]



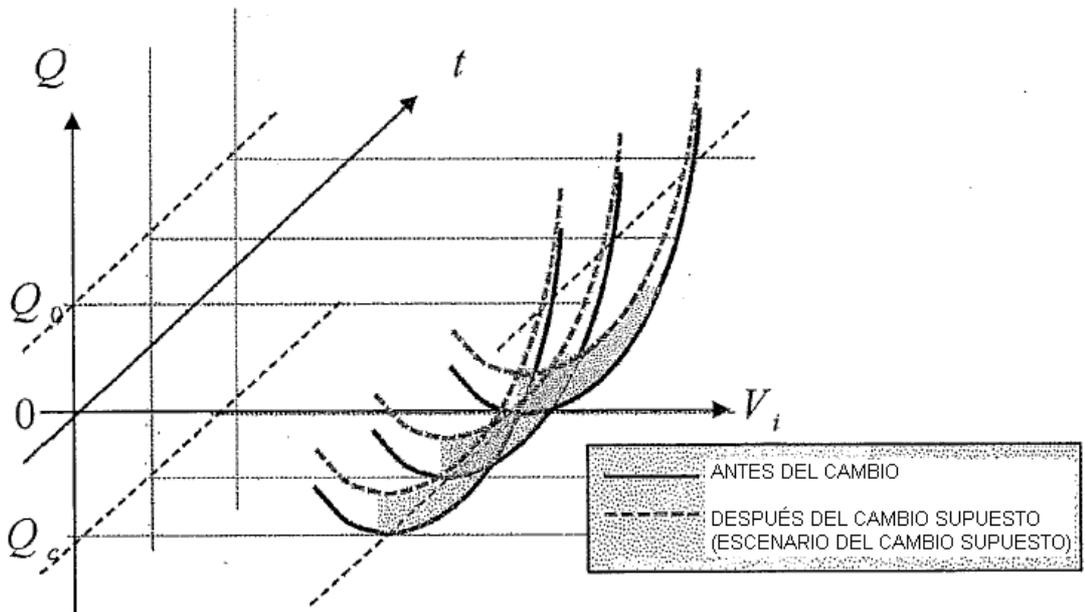
[Fig. 13]



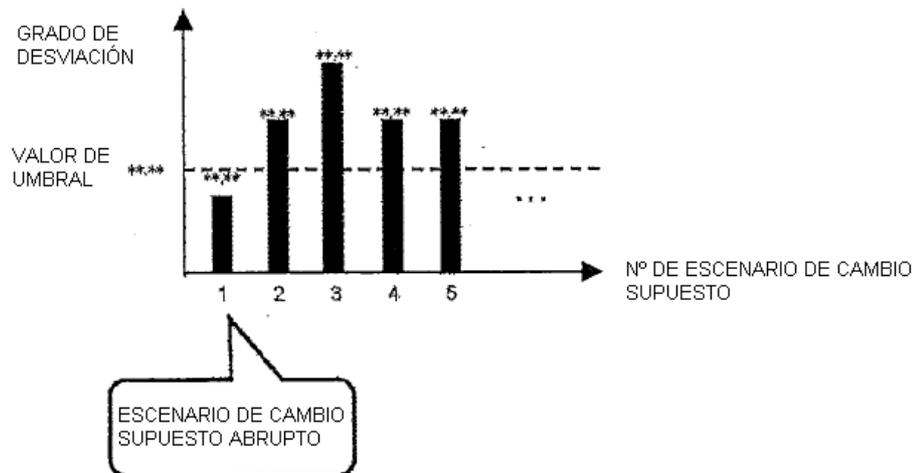
[Fig. 14]



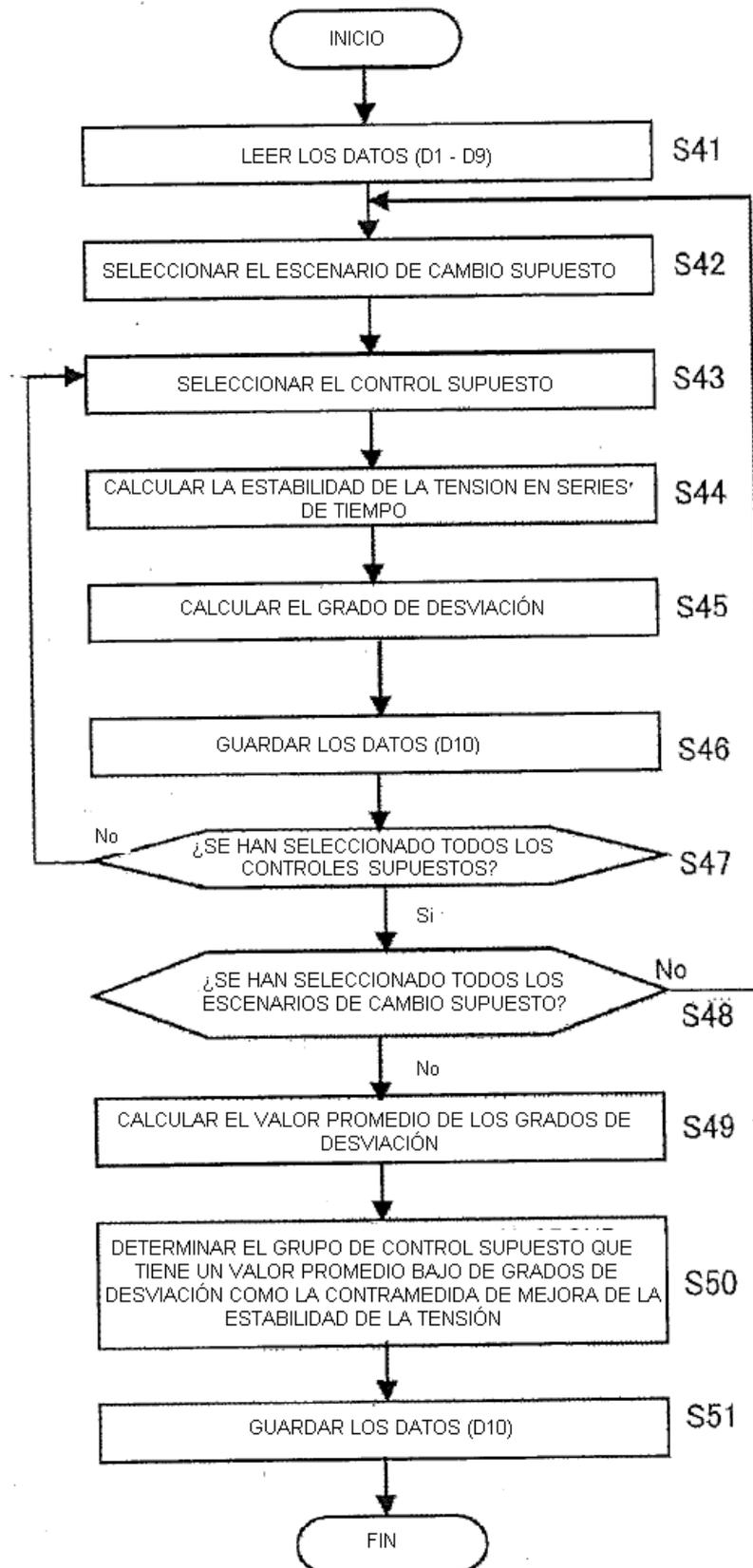
[Fig. 15]



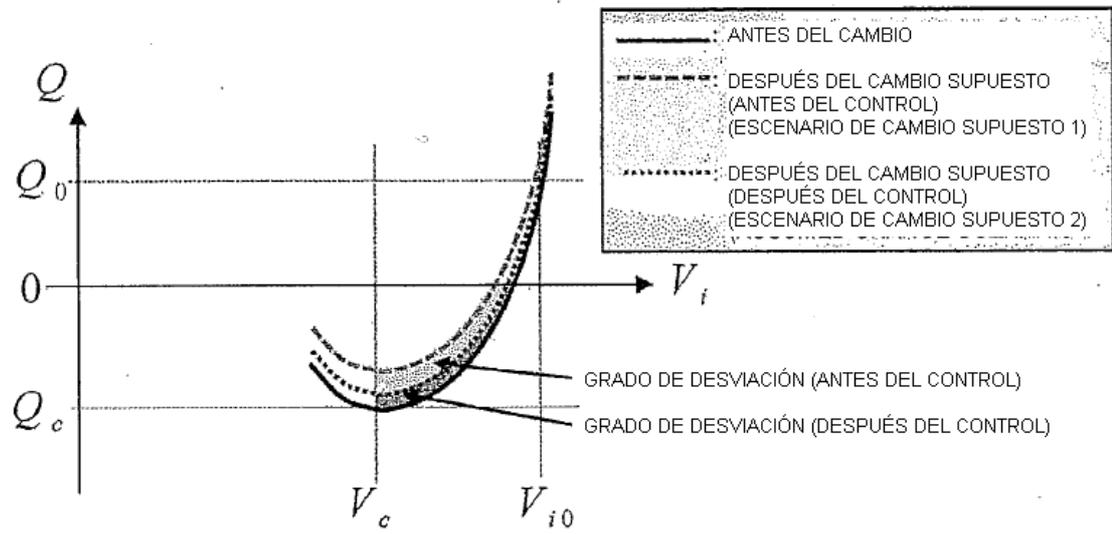
[Fig. 16]



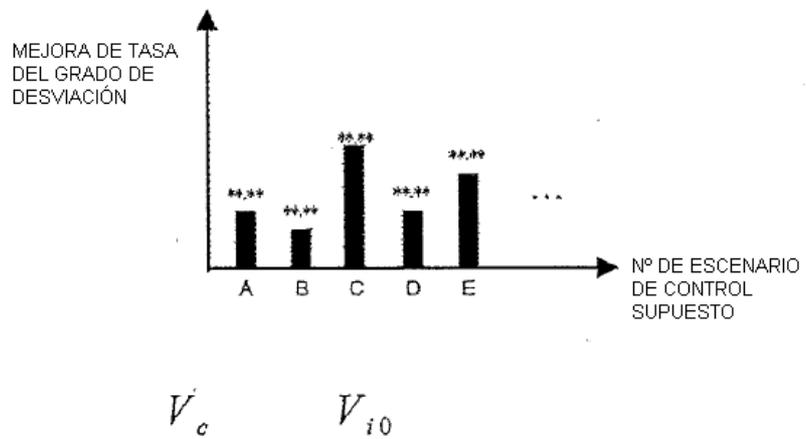
[Fig. 17]



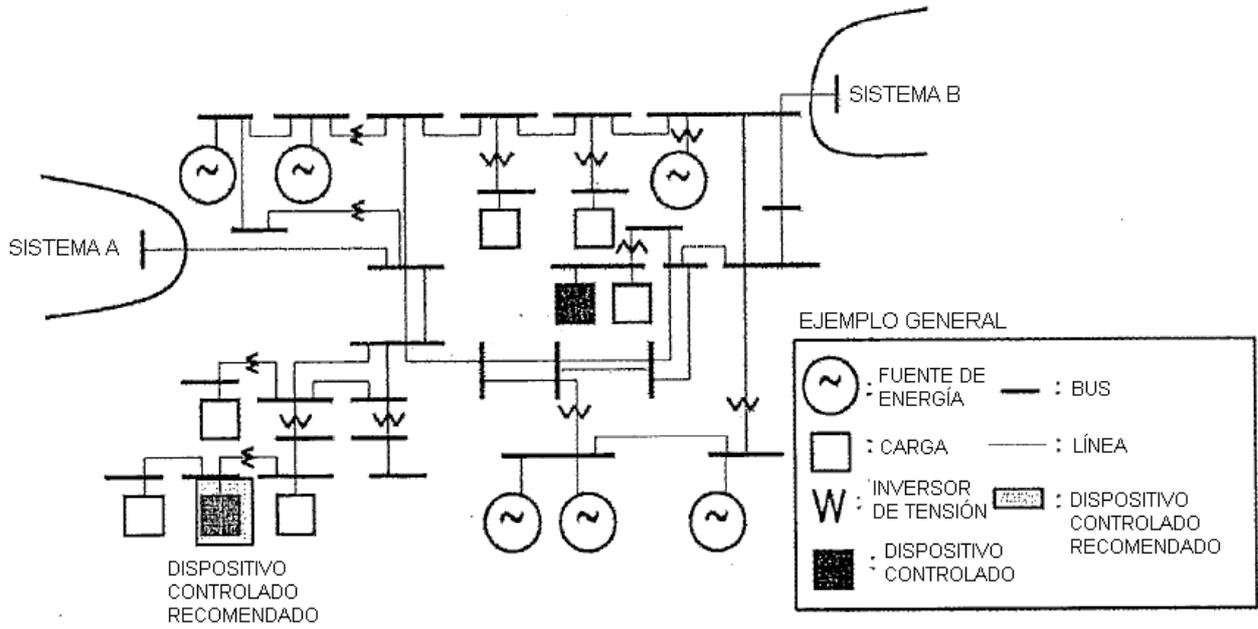
[Fig. 18]



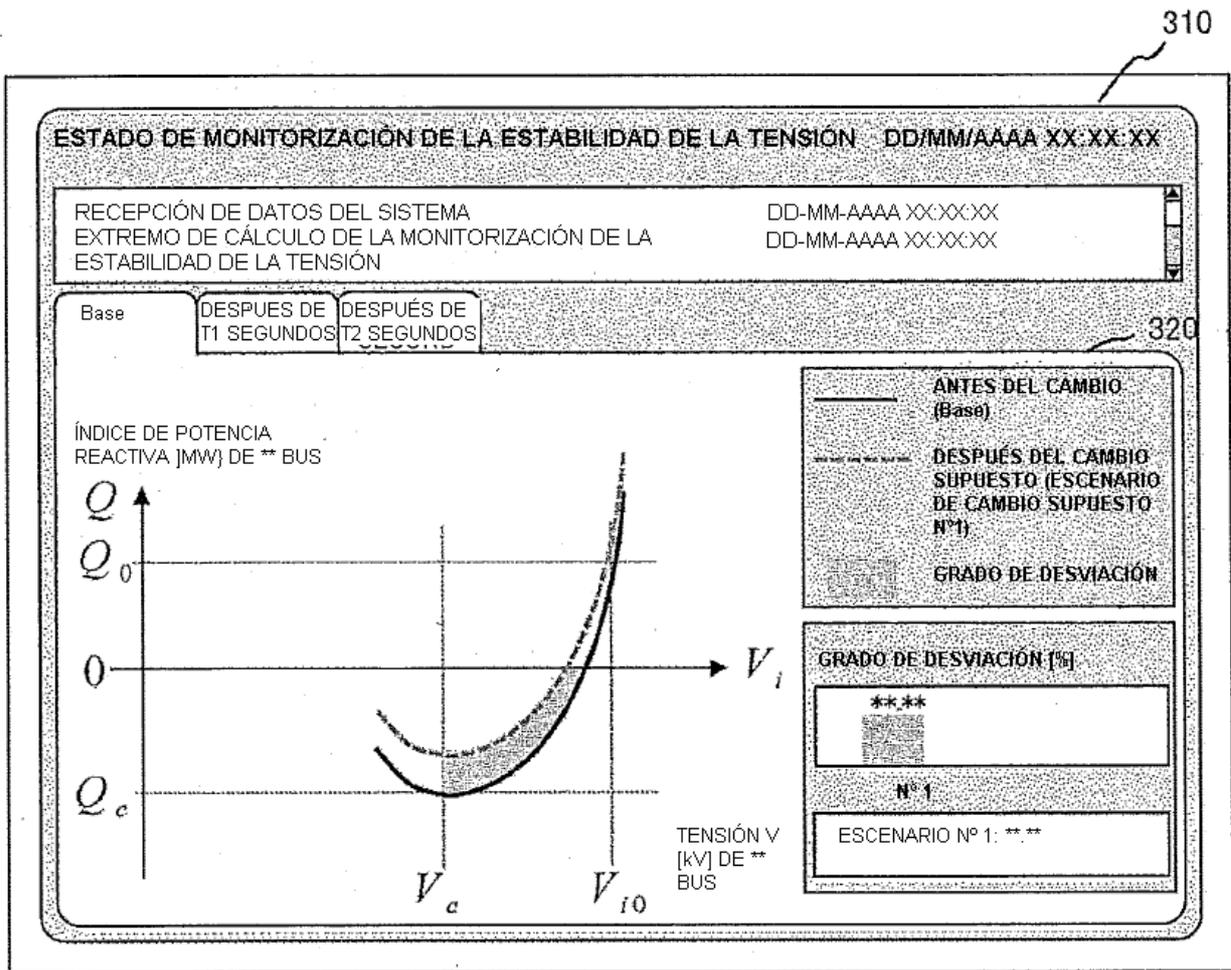
[Fig. 19]



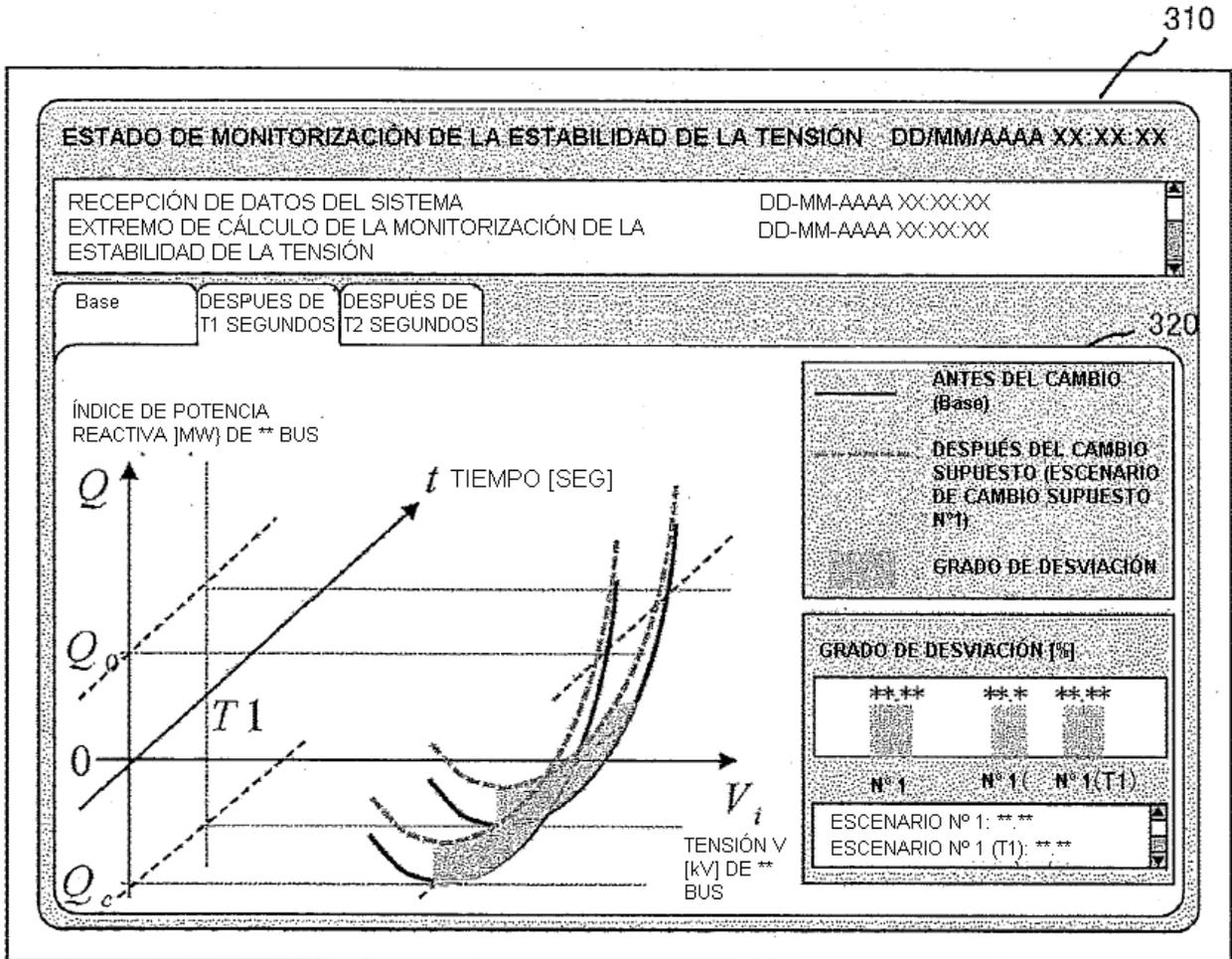
[Fig. 20]



[Fig. 21]



[Fig. 22]



[Fig. 23]

