

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 149**

51 Int. Cl.:

H02J 3/24 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

G05B 19/042 (2006.01)

H02J 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2014** **E 14178562 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019** **EP 2978096**

54 Título: **Procedimiento, sistema y producto de programa informático para el control y/o la regulación de un sistema eléctrico de energía**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.03.2020

73 Titular/es:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE

72 Inventor/es:
HEYDE, CHRIS OLIVER, DR.;
KREBS, RAINER, DR. y
LERCH, EDWIN, DR.

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 746 149 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

Procedimiento, sistema y producto de programa informático para el control y/o la regulación de un sistema eléctrico de energía

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para el control y/o la regulación de un sistema eléctrico de energía.

Durante el funcionamiento de un sistema eléctrico de energía debe estar garantizado que, en el caso de una falla de aparatos individuales del sistema eléctrico de energía, pueda mantenerse en conjunto la estabilidad del sistema eléctrico de energía.

10 Como un sistema eléctrico de energía, en el sentido de la invención, se entiende todo sistema que se utiliza para la generación, la transmisión o el consumo de energía eléctrica. Un sistema eléctrico de energía puede ser por ejemplo una red de media o de baja tensión, o una disposición de generador para la generación de energía eléctrica.

15 Los sistemas eléctricos de energía están sometidos a una carga que se incrementa debido al suministro de energía eléctrica proveniente de fuentes de energía regenerativas, al creciente consumo de energía, así como a situaciones de carga que cambian temporalmente con frecuencia, debido al comercio de energía. Mediante una ampliación de los sistemas eléctricos de energía, que tiene lugar en un menor grado menor, esos problemas se intensifican.

Se producen perjuicios recurrentes de la estabilidad estacionaria, o también de la estabilidad dinámica. Para evitar cortes de energía en grandes superficies y apagones después de fallas, con gran rapidez deben iniciarse medidas adecuadas a cada falla, para asegurar la estabilidad de la red.

20 En el marco de un así llamado planeamiento operativo "Day Ahead" ("próximos días") de centrales eléctricas, es usual dar inicio a una así llamada gestión de cuello de botella, para garantizar la seguridad estacionaria (n- 1) para el día siguiente. Con ello, sin embargo, no se controlan situaciones no previsible.

25 Si se presentan situaciones no previsible de esa clase se emplean relés de descarga para contener los efectos de fallas o situaciones de averías. Dichos relés se parametrizan en base a análisis que por ejemplo pueden obtenerse de los así llamados estudios fuera de línea (offline). De este modo pueden introducirse medidas, de forma estandarizada, para asegurar la estabilidad de la red.

30 Un ejemplo de la utilización de relés es el así llamado plan de desconexión de carga de 5 etapas del "European Network of Transmission System Operators for Electricity" (entso-e), en el cual, en la red de distribución de energía, dispositivos de conmutación están asociados de forma fija a la respectiva etapa de la desconexión de carga. Si en una sección de la red de suministro de energía se determina una falla, entonces, en correspondencia con la primera etapa, mediante los dispositivos de conmutación asociados, se desconecta carga y se observa el efecto en la red de suministro de energía. Si continúa un riesgo en cuanto a la estabilidad de la red, entonces, en correspondencia con la siguiente etapa, se desconecta más carga, y así sucesivamente. Los criterios de decisión para la activación de una desconexión de carga son valores de medición solamente locales de tensión y frecuencia de la red, los cuales se monitorean en cuanto a valores umbrales predeterminados de forma fija.

35 Un plan de desconexión de carga gradual de esa clase está parametrizado de forma fija y, con ello, no se encuentra adaptado a la respectiva falla y al respectivo estado de funcionamiento, de modo que en ocasiones se desconecta demasiada carga o muy poca. También la desconexión de carga puede tener lugar en una sección incorrecta del sistema eléctrico de energía. Además, la desconexión de carga local puede tener lugar sólo a frecuencias muy bajas, puesto que primero debe esperarse la respuesta del sistema frente a la activación de reservas del generador. Por lo tanto, la desconexión de carga local no tiene lugar de forma suficiente para asegurar la estabilidad de la red. Además, tampoco está garantizada siempre la coordinación en redes interconectadas internacionales constituidas por varias redes nacionales de distribución de energía. Un plan de desconexión de carga de esa clase con frecuencia tampoco se encuentra adaptado al estado de ampliación actual del sistema eléctrico de energía. Además, tampoco es posible una coordinación ni una combinación de diferentes medidas.

45 Se conoce además el software SIGUARD "Phasor Data Processor" (PDP) de la empresa Siemens AG, en el cual valores de medición de fasor sincronizados en el tiempo (valores de medición de indicador para corriente y tensión) pueden ser proporcionados por una pluralidad de unidades de medición de fasor (PMUs), con mucha rapidez, en línea, y pueden ser reunidos y almacenados en una base de datos.

50 Además, por el prospecto del producto "SIGUARD Solutions, Dynamic security assessment with SIGUARD DSA", fecha 09/2013, así como por el documento EP 2052451 B1 que se refiere a ese producto, se conoce un procedimiento en el cual, en base al estado real del sistema, a modo de una simulación, se determina el comportamiento dinámico de un sistema eléctrico de energía. De este modo, las reservas de seguridad de un

sistema eléctrico de energía se determinan nuevamente de forma continua, para detectar a tiempo posibles efectos de estados de funcionamiento y de fallas, y proponer a un usuario medidas para impedir apagones.

Además, por el documento US 2014/0001847 A1 se conoce un procedimiento conforme al género. Por el documento EP 1381132 A1 se conoce un cálculo de carga mejorado para un sistema de suministro de energía.

- 5 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para el control y/o la regulación de un sistema eléctrico de energía, con el cual, de manera comparativamente rápida y apropiada, puedan identificarse medidas para asegurar la estabilidad del sistema de energía, y realizarse de forma automática.

La invención soluciona dicho objeto mediante un procedimiento según la reivindicación 1.

- 10 Los dispositivos de medición de fasor (PMUs), en el sentido de la invención, son dispositivos de medición que miden los datos de medición de indicador para corriente y tensión (es decir, considerando la fase), con resolución temporal elevada, en el rango de ms, en una marca temporal muy precisa que generalmente se transmite por GPS. Mediante las PMUs es posible una medición sincrónica espacialmente muy extendida, y un análisis del estado del sistema, del sistema de energía.

- 15 Como memoria de datos pueden utilizarse todas las memorias comunes para datos digitales, por ejemplo discos duros, memorias de trabajo o un espacio de memoria localizado en la nube.

Como disposición de procesamiento de datos pueden utilizarse por ejemplo un ordenador común, un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC) o una disposición de cálculo basada en la nube.

- 20 Los datos empíricos se obtienen por ejemplo de estudios ya conocidos, los así llamados estudios fuera de línea, sobre la estabilidad del sistema eléctrico de energía, en donde se consideran resultados de investigaciones y/o resultados de simulación, tal como son creados por ejemplo por compañías operadoras de la red en base a la experiencia de muchos años.

- 25 La matriz de decisión pluridimensional es una estructura de datos, en la cual, a un estado del sistema, del sistema eléctrico de energía, y a un posible evento, se encuentra asociada al menos una medida para asegurar la estabilidad del sistema de energía. Esa medida, según el procedimiento, se implementa de forma automática, por ejemplo mediante una desconexión de carga mediante los actuadores - para estabilizar el sistema de energía. Por ejemplo, un posible evento es la falla de un transformador determinado y el estado del sistema es un estado que caracteriza al sistema de energía en el caso de una carga pico.

- 30 De este modo, las dimensiones de la matriz de decisión, entre otras cosas, describen posibles estados de conmutación y de funcionamiento, así como casos de averías en la red de distribución de energía, cuyos efectos se previenen mediante las medidas determinadas. Las medidas se activan antes de que se superen valores límite medidos de forma local y de que sea inminente una falla de una sección del sistema eléctrico de energía.

El llenado de la matriz de decisión, en el caso más simple, puede tener lugar mediante estudios previamente conocidos.

- 35 La velocidad de reacción necesaria, en el procedimiento según la invención, se alcanza mediante la arquitectura del sistema, según el concepto, y el procesamiento de datos casi en tiempo real. La calidad necesaria de las medidas se alcanza en particular mediante la mejora continua, que tiene lugar durante el funcionamiento en curso, de la matriz de decisión. Mediante la matriz de decisión pluridimensional pueden activarse muy rápidamente medidas para mantener la integridad del sistema, del sistema eléctrico de energía. De este modo se asegura que se tomen medidas con el tiempo suficiente, por ejemplo para mantener los parámetros importantes del sistema, como tensión y frecuencia, en un rango requerido para un funcionamiento estable de la red.

- 40 Otra ventaja del procedimiento según la invención consiste en el hecho de que en base a distintas fuentes de datos (datos empíricos y datos de indicador) puede determinarse la situación en todo el sistema, poco antes de una avería. De este modo, mediante mediciones PMU, se detectan averías con un retardo comparativamente reducido. La toma de decisión se basa de forma determinante en información en toda la red, porque los datos empíricos en general provienen de estudios fuera de línea de la totalidad del sistema de energía, y no se basa en mediciones estrictamente locales de secciones individuales de la red de distribución de energía, como sucede aún con frecuencia del modo habitual en el estado del arte (por ejemplo en el caso de planes de desconexión de carga).

- 50 Si bien los procedimientos conocidos contienen un uso de reservas de regulación primarias de generadores, o bien de otros dispositivos de generación de energía, así como en el caso de reservas de regulación insuficientes contienen una desconexión de carga mediante relés de baja frecuencia; sin embargo esto conduce con frecuencia a

5 frecuencias demasiado bajas en el sistema de energía, lo cual es desventajoso. Por ejemplo, frecuencias demasiado bajas pueden conducir a que se alcancen límites de protección del generador. Además, gradientes de frecuencia elevados pueden conducir a que incluso no se activen los relés de baja frecuencia. Los dos ejemplos mencionados implican una agudización de los problemas, por lo cual existe una necesidad urgente de tiempos de reacción más cortos y medidas más precisas.

10 Además, más allá de lo mencionado, tan pronto como se detecta que las reservas de regulación de los generadores no son suficientes, según la invención, para combatir la falla, es posible implementar una activación de la desconexión de carga apropiada, de forma simultánea con el uso de la reserva de regulación primaria, de forma precisa y ajustada con exactitud. Debido a esto prácticamente no se presentan bajas frecuencias riesgosas. Además se cumple con una gran reserva de seguridad para desconexiones de baja frecuencia de generadores que pueden preverse de modo eventual. Asimismo, todos los procedimientos parametrizados de forma fija, empleados hasta el momento, pueden utilizarse además como backup de seguridad adicional.

15 En una forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención, los datos de medición de indicador obtenidos mediante dispositivos de medición de fasor se reúnen y se almacenan en una tercera memoria de datos para la evaluación durante intervalos de tiempos más grandes. Debido a esto es posible archivar datos de medición de indicador durante periodos más prolongados. Esto se considera una ventaja porque mediante los registros de los datos de medición de indicador durante periodos más prolongados pueden tener lugar análisis mejorados de la estabilidad de la red.

20 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención los datos de medición de indicador reunidos se utilizan para el análisis de una tendencia en la evolución temporal del posible problema de estabilidad de la red. Esto se considera una ventaja porque mediante una tendencia ya puede reaccionarse a tiempo frente a fallas en la red de distribución de energía, eventualmente aún antes de que sean inminentes una falla o una sobrecarga.

25 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención las medidas para asegurar la estabilidad de la red se muestran en un aparato de salida. Esto se considera ventajoso porque un usuario, en el aparato de salida, puede monitorear la ejecución correcta del procedimiento en cuanto a una estabilización de la red.

En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención los datos de medición de indicador reunidos se muestran en el aparato de salida. Esto se considera ventajoso porque un usuario, en el aparato de salida, puede monitorear la situación actual del sistema eléctrico de energía en cuanto a fallos.

30 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención al menos una medida para asegurar la estabilidad de la red puede ser bloqueada por un usuario. Esto se considera ventajoso porque de ese modo pueden impedirse medidas no deseadas.

En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención los actuadores se activan de forma directa. Esto se considera ventajoso porque los actuadores pueden activarse de forma especialmente rápida para introducir rápidamente al menos una medida.

35 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención los actuadores se activan mediante un sistema de gestión de la red conectado de forma intermedia. Esto se considera ventajoso porque puede usarse un sistema de gestión de la red ya existente, con sus posibilidades de control convenientes.

40 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención, las medidas para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden el accionamiento de interruptores, en particular disyuntores, como actuadores para la desconexión de carga en la red de distribución de energía. Esto se considera ventajoso porque de este modo pueden desconectarse secciones individuales del sistema eléctrico de energía, por ejemplo para evitar una sobrecarga y una desviación no admisible de la frecuencia de la red.

45 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención, las medidas para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden el control y/o la regulación del suministro de energía mediante dispositivos de generación de energía, como actuadores. Esto se considera ventajoso porque de ese modo pueden evitarse una sobrecarga y una desviación no admisible de la frecuencia de la red, poniendo a disposición más energía eléctrica.

50 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención las medidas para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden una modificación de la potencia reactiva para el soporte de tensión en el sistema de energía.

En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención las medidas para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden una activación comparativamente más rápida de la potencia de reserva de un

generador, para estabilizar la frecuencia de red en un rango previsto. El rango previsto es por ejemplo 50 Hz +/- 1 Hz.

5 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención las medidas para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden la activación de acumuladores de energía controlados de forma electrónica, para estabilizar la frecuencia de red y la tensión de la red del sistema de energía en un rango previsto.

En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención las medidas para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden modificaciones de la topología para estabilizar el sistema de energía.

10 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención las medidas para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden una formación de islas dentro del sistema de energía, para estabilizar una subred.

15 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención mediante dispositivos de medición de tensión y de corriente con resolución temporalmente reducida, se miden valores para corriente y tensión y se consideran en la selección del estado del sistema y del evento. Esto se considera ventajoso porque los dispositivos de medición de tensión y de corriente de esa clase con frecuencia ya se encuentran en un gran número en la red de distribución de energía y, por lo tanto, puede proporcionarse información complementaria desde áreas en las que no se utilizan PMUs. Debido a esto, el procedimiento según la invención es respaldado por una base de datos más amplia, y se vuelve más preciso.

20 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención como dispositivos de medición de tensión y corriente se utilizan unidades de transmisión remotas (RTUs). Esto se considera ventajoso porque las RTUs están muy difundidas.

25 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención, de manera adicional, se utiliza una estimación del estado de un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) para la creación de la matriz de decisión, en cuanto a los estados del sistema. Esto se considera ventajoso porque los sistemas SCADA con frecuencia ya se encuentran presentes para controlar el sistema eléctrico de energía y, mediante modelos, puede proporcionarse información sobre la red de distribución de energía. Debido a esto, el procedimiento según la invención es respaldado por una base de datos más amplia, y se vuelve más preciso. Es igualmente adecuado cualquier otro tipo de sistema de gestión de red que pueda proporcionar una estimación de estados.

30 En otra forma de ejecución preferente del procedimiento según la invención, de manera adicional, pueden tener lugar entradas creadas de forma manual, en la matriz de decisión. Esto se considera ventajoso porque también el conocimiento empírico de un usuario puede emplearse para mejorar la matriz de decisión. La invención hace referencia además a un sistema para el control y/o la regulación de una red de distribución de energía, y plantea el objeto de diseñar un sistema de esa clase, de manera que con el mismo, de forma comparativamente rápida y apropiada, puedan identificarse y realizarse automáticamente medidas para asegurar la estabilidad del sistema de energía.

35 La solución de dicho objeto se indica en la reivindicación 12.

En una forma de ejecución preferente del sistema según la invención, en una tercera memoria de datos pueden reunirse los datos de medición de indicador obtenidos mediante los dispositivos de medición de fasor y pueden almacenarse por intervalos de tiempo más grandes para el evaluación.

40 En otra forma de ejecución preferente del sistema según la invención los actuadores son disyuntores y/o dispositivos de generación de energía.

En otra forma de ejecución preferente del sistema según la invención un sistema de gestión de red está conectado entre los actuadores y la disposición de procesamiento de datos.

45 De este modo, para el sistema según la invención y sus formas de ejecución, de manera conveniente, resultan las mismas ventajas que las expuestas en la introducción para el procedimiento según la invención. Además, otro objeto de la invención consiste en un programa de procesamiento de datos para la ejecución en una disposición de procesamiento de datos, donde el programa de procesamiento de datos comprende partes de un código fuente para realizar el procedimiento según la invención cuando el programa se ejecuta en la disposición de procesamiento de datos.

En una forma de ejecución preferente del programa de procesamiento de datos según la invención el programa de procesamiento de datos es adecuado para la ejecución en una disposición de procesamiento de datos basada en la nube.

5 De este modo, para el programa de procesamiento de datos según la invención y sus formas de ejecución, de manera conveniente, resultan las mismas ventajas que las expuestas en la introducción para el procedimiento según la invención.

Además, la invención hace referencia a un producto de programa informático y se plantea el objeto de poder realizar el procedimiento según la invención con un dispositivo de ordenador.

10 Para solucionar dicho objeto se utiliza un producto de programa informático que está almacenado en un medio legible por ordenador y que comprende medios de programa legibles por ordenador, mediante los cuales un ordenador, como disposición de procesamiento de datos y/o una disposición de procesamiento de datos basada en la nube, son provocados para realizar el procedimiento según la invención cuando el producto de programa informático se ejecuta en el ordenador y/o en la disposición de procesamiento de datos basada en la nube.

15 Para el programa de producto informático según la invención, de manera conveniente, resultan las mismas ventajas que las expuestas en la introducción para el procedimiento según la invención.

Para continuar con la explicación de la invención, en la figura 1 está representado esquemáticamente un ejemplo de ejecución del sistema según la invención.

20 Los dispositivos de medición de fasor están distribuidos en un sistema de energía y proporcionan datos de medición de indicador 11 para corriente y tensión con resolución temporal elevada y con una marca temporal (por ejemplo sincronizado por GPS). Los datos de medición de indicador 11, por ejemplo, también pueden recolectarse en un primer dispositivo de evaluación (no representado).

Además, en el sistema de energía se encuentran presentes actuadores 15 que por ejemplo pueden ser interruptores, en particular disyuntores, para la desconexión de carga en el sistema de energía y/o dispositivos de generación de energía, como por ejemplo generadores.

25 Además, en el sistema de energía se encuentran presentes dispositivos de tensión y de corriente que determinan valores de medición para corriente y tensión con resolución temporal reducida 42, como por ejemplo mediante unidades de transmisión remotas (RTUs). Los valores de medición 42 pueden recolectarse por ejemplo también en un segundo dispositivo de evaluación (no representado).

30 Además, se proporciona un sistema de gestión de red que evalúa por ejemplo datos de medición de indicador 11 provenientes del sistema de energía y, mediante los datos de medición, elabora una estimación de estado 27 en cuanto al sistema de energía.

35 De este modo, en una variante de la invención es posible que el primer y el segundo dispositivo de evaluación estén integrados en el sistema de gestión de red, de manera que también se detectan juntos en el sistema de gestión de red los datos de medición de indicador 11 y los valores de medición para corriente y tensión con resolución temporal reducida 42. El sistema de gestión de red puede comprender un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA).

40 En una primera memoria de datos se encuentran presentes datos empíricos 5 que por ejemplo comprenden los así llamados estudios fuera de línea del sistema eléctrico de energía. En los estudios fuera de línea, mediante simulaciones del sistema eléctrico de energía, se representan estados del sistema y eventos que se producen con respecto a los mismos, por tanto, por ejemplo, valores determinados de tensión y de fases en determinados puntos de medición en el sistema de energía, y un evento, que por ejemplo puede ser una falla en cuanto a la estabilidad de la red. Una falla de esa clase es por ejemplo una avería de un transformador. Los datos empíricos comprenden también medidas adecuadas para contrarrestar una falla.

45 Un caso que puede deducirse en base a los datos empíricos 5 consistiría en el hecho de contrarrestar una falla de un transformador determinado en un estado de carga determinado de una red de media tensión, de manera que no se produzca un apagón en toda la red. De este modo, los datos sobre el estado del sistema comprenden por ejemplo información de tensión y de fases, en particular saltos angulares pronunciados.

En un caso de esa clase, una medida adecuada incluida en los datos empíricos es una desconexión de carga en determinados puntos de la red de media tensión.

A diferencia de las mediciones estrictamente locales con planes de desconexión de carga de varias etapas, locales, conocidas por el estado de la técnica, las medidas en los datos empíricos 5 en cuanto a todo el sistema de energía, están determinadas de manera que la falla puede combatirse con una medida, de manera apropiada, y considerando el comportamiento del sistema de energía (por ejemplo respuestas del generador retrasadas).

5 Otra posibilidad para registrar información sobre el sistema de energía consiste en efectuar una estimación de estados 18 del sistema eléctrico de energía mediante software de simulación - por ejemplo en un tercer dispositivo de evaluación - y actualizar continuamente la misma mediante valores de medición, como por ejemplo datos de medición de indicador 11 y valores de medición para corriente y tensión con resolución temporalmente reducida 42. Una estimación de estados 18 de esa clase permite detectar mayor cantidad de estados del sistema diferentes que
10 los incluidos en los estudios fuera de línea. Esa estimación de estados 18 refleja las reservas de seguridad del sistema eléctrico de energía. En una variante alternativa, el tercer dispositivo de evaluación también puede formar parte del sistema de gestión de la red o de la disposición de procesamiento de datos 6 que se describe a continuación.

15 A continuación, las conexiones de transmisión de datos que respectivamente proporcionan datos actualizados con un ciclo temporal comparable están provistas de los mismos símbolos de referencia. Una conexión de transmisión de datos 23 proporciona datos actualizados en el ciclo de aproximadamente milisegundos, una conexión de transmisión de datos 24 proporciona datos actualizados en el ciclo de aproximadamente segundos, y una conexión de transmisión de datos 21 proporciona datos actualizados en el ciclo de aproximadamente minutos. Además existen conexiones de transmisión de datos 22 que solamente proporcionan datos en el rango de días o meses,
20 eventualmente incluso sólo una única vez.

Se proporciona una disposición de procesamiento de datos 6 que por ejemplo puede comprender un ordenador, una red de ordenador o un sistema de procesamiento de datos basado en la nube.

25 Dentro de la disposición de procesamiento de datos 6 se ejecutan otros pasos del procedimiento según la invención. Sin embargo, pasos individuales del procedimiento pueden realizarse también en disposiciones de procesamiento de datos separadas y/o con memorias de datos separadas.

En la disposición de procesamiento de datos 6 se encuentra presente una segunda memoria de datos, en donde se crea una matriz de decisión 8 pluridimensional. La matriz de decisión 8, en el ejemplo representado, presenta dos dimensiones. En un dimensionamiento mayor de la matriz de decisión 8 pueden considerarse medidas más complejas, de modo que pueden presentarse también otros aspectos del funcionamiento del sistema de energía.

30 Respectivamente deducidos de los datos empíricos 5, como una primera dimensión, en la matriz de decisión 8 se registran estados del sistema 9 del sistema de energía, y como una segunda dimensión posibles eventos 10 en el sistema de energía, donde a los estados del sistema 9 y a los eventos 10 está asociada respectivamente al menos una medida 44 para asegurar la estabilidad del sistema de energía. También al menos una medida 14, 44; por lo tanto, en este ejemplo, está deducida en base a los datos empíricos 5, así como a los estudios fuera de línea.

35 Sin embargo, la matriz de decisión 8 puede además ser provista de información desde otras fuentes. Por ejemplo, mediante la estimación de estados 18 puede registrarse una mayor cantidad de estados del sistema 9 diferentes en la matriz de decisión 8, de manera que, ventajosamente, la diferenciación de estados del sistema 9 se realiza con mayor precisión.

40 Además, una entrada manual de información 60 puede tener lugar directamente en la matriz de decisión 8. Una entrada directa de esa clase, generalmente, sólo se actualiza en el rango de días y meses. Esto permite a un usuario experimentado, como por ejemplo un técnico de un centro de coordinación, ajustar valores empíricos propios sobre el manejo de fallas en la matriz de decisión y, de ese modo, aprovechar su conocimiento de forma reproducible. Una entrada de esa clase puede ser por ejemplo cómo se debe reaccionar en el caso de una falla de una parte determinada de la red, con medidas adecuadas.

45 Después de completar los estados del sistema 9, eventos 10 y medidas 44, la matriz de decisión 8 representa la base para un sistema experto, para asegurar la estabilidad del sistema de energía. En el ejemplo representado, la matriz de decisión 8, bien a la izquierda en el cuboide representado, contiene una columna 61 con eventos 10 que están numerados con 1, 2 a n. Además, la matriz de decisión 8, bien a la derecha, en la pared lateral 62 del cuboide, contiene una pluralidad de estados del sistema 9, donde a cada evento 10, en una línea, se encuentran asociados
50 varios estados del sistema 9. Del lado anterior del cuboide se muestran las medidas 44 que respectivamente están asociadas a un evento 10 y a un estado del sistema 9.

Si se encuentra presente la matriz de decisión 8, entonces mediante datos de medición reales, como por ejemplo datos de medición de indicador 11, desde el sistema de energía pueden determinarse respectivamente el estado del sistema 12 real y el evento 13 real en la matriz de decisión 8, para poder seleccionar medidas adecuadas 14.

5 Esa asociación tiene lugar mediante datos de medición de indicador 11. Los datos de medición de indicador 11 se reúnen en el paso 34 formando datos de medición de indicador reunidos y, a continuación, se almacenan en una tercera memoria de datos, por ejemplo para una evaluación durante intervalos de tiempo más prolongados. Además, los datos de medición de indicador reunidos se representan en un dispositivo de visualización 20 para el usuario 19, para que el usuario 19 pueda monitorear en todo momento información sobre el estado real del sistema de energía.

10 Después, los datos de medición de indicador reunidos, en el paso 35, se analizan en cuanto a si se encuentra presente un evento en el sistema eléctrico de energía, como por ejemplo una falla. Un evento se trata por ejemplo de la falla de un transformador o de un penduleo de potencia en el sistema de energía. En ese paso 35 puede incluirse también la estimación de estados 27 proporcionada por el sistema de gestión de la red, para detectar un evento.

15 En un paso 36 se calculan índices para la matriz de decisión 8, para identificar el estado del sistema correcto y el posible evento correcto. Debido a esto una medida adecuada para asegurar la estabilidad de la red puede asociarse dentro de la matriz de decisión. En el ejemplo mostrado, el evento crítico conforme a la estabilidad se encuentra presente en el campo 13, en la vista en conjunto con el estado del sistema 12 resulta la medida 14. Esa medida 14 para asegurar la estabilidad del sistema de energía se muestra mediante el dispositivo de visualización 20.

20 A continuación, en un paso 37 tiene lugar un análisis de una tendencia en los datos de medición de indicador reunidos, para poder detectar a tiempo problemas de estabilidad de la red que se intensifican, e introducir medidas de forma correspondiente. Por ejemplo, de ese modo puede detectarse un penduleo de potencia progresivo, aún antes de que se presente un evento crítico. Esto se considera ventajoso porque de ese modo se dispone de más tiempo para contra-medidas.

Los pasos 34 a 37, en una variante alternativa, también pueden estar reunidos en un dispositivo de detección de eventos y, por ejemplo, pueden mostrarse por ejemplo como dispositivo de procesamiento de datos separado o como un software dentro de la disposición de procesamiento de datos 6.

25 La medida 14 seleccionada se activa en un paso 16 para la implementación. Esa activación puede ser bloqueada por el usuario 19, por ejemplo porque el usuario 19 detecta un funcionamiento incorrecto o desea introducir por sí mismo otras medidas.

30 Si no tiene lugar un bloqueo de esa clase, la medida 14 activada se comunica automáticamente a por lo menos un actuador 15 que por ejemplo puede ser un disyuntor o un dispositivo de generación de energía. La medida 14 se implementa de forma automática y puede ser por ejemplo una desconexión de carga adecuada mediante un disyuntor.

35 Mediante el sistema según la invención, de este modo, puede procesarse una pluralidad de información diferente que está presente en diferentes formatos de datos, según lo más diversos estándares. Por ejemplo, datos de medición de indicador 11 que se obtienen mediante dispositivos de medición de fasor, pueden transmitirse mediante el estándar IEEE C37.118. La estimación de estados 18 puede estar presente por ejemplo según el estándar CIM PSS/E. Los datos obtenidos mediante las RTUs por ejemplo pueden estar presentes según IEC 60 870 - 5. La implementación de la medida 14, así como la transmisión de la medida 14 a un actuador 15 puede tener lugar mediante el estándar IEC/61 850.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para controlar y/o regular un sistema eléctrico de energía, en el cual, mediante datos empíricos proporcionados en una primera memoria de datos, para la estabilidad del sistema de energía, y mediante una matriz de decisión (8) pluridimensional creada en una segunda memoria de datos con la ayuda de una disposición de procesamiento de datos (6), una primera dimensión de la misma contiene estados del sistema (9) del sistema de energía y una segunda dimensión contiene posibles eventos (10) en el sistema de energía, respectivamente derivados de datos empíricos (5), donde a los estados del sistema (9) y a los eventos (10) se encuentra asociada respectivamente al menos una medida (14,44) para asegurar la estabilidad del sistema de energía, y donde se detectan datos de medición de indicador (11) para corriente y tensión con resolución temporal elevada y con una marca temporal, los cuales respectivamente se obtienen con la ayuda de dispositivos de medición de fasor distribuidos en el sistema de energía, caracterizado porque mediante la disposición de procesamiento de datos (6), mediante los datos de medición de indicador (11) se seleccionan un estado del sistema (12) y un evento (13), de manera que se selecciona al menos una medida (14) y para asegurar la estabilidad del sistema de energía se realiza automáticamente mediante actuadores (15) en el sistema de energía, y porque las medidas (14,44) para asegurar la estabilidad de la red comprenden el control y/o la regulación del suministro de energía al sistema eléctrico de energía mediante dispositivos de generación de energía, como actuadores (15).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual se reúnen los datos de medición de indicador (11) obtenidos mediante dispositivos de medición de fasor y se almacenan en una tercera memoria de datos para la evaluación durante intervalos de tiempos más grandes.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el cual los datos de indicador reunidos se utilizan para el análisis de una tendencia en la evolución temporal del posible evento (10) (37).
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual las medidas (14,44) para asegurar la estabilidad comprenden el accionamiento de interruptores, en particular de disyuntores, como actuadores (15), para descargar carga en el sistema de energía.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual las medidas (14,44) para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden una modificación de la potencia reactiva para el soporte de tensión en el sistema de energía.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual las medidas (14,44) para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden una activación comparativamente más rápida de la potencia de reserva de un generador, para estabilizar la frecuencia de red en un rango previsto.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual las medidas (14,44) para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden la activación de acumuladores de energía controlados de forma electrónica, para estabilizar la frecuencia de red y la tensión de la red del sistema de energía en un rango previsto.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual las medidas (14,44) para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden modificaciones de la topología para estabilizar el sistema de energía.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual las medidas (14,44) para asegurar la estabilidad del sistema de energía comprenden una formación de islas dentro del sistema de energía, para estabilizar una subred.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual mediante dispositivos de medición de tensión y de corriente con resolución temporalmente reducida, se miden valores para corriente y tensión (42) y se consideran en la selección del estado del sistema (12) y del evento (13).
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual, de manera adicional, una estimación del estado (27) de un sistema de gestión de la red, en particular de un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA), se considera en la selección del estado del sistema (12) y del evento (13).
- 45 12. Sistema para el control y/o la regulación de un sistema eléctrico de energía, el cual presenta:
- dispositivos de medición de fasor distribuidos en el sistema eléctrico de energía para la obtención de datos de medición de indicador (11) con resolución temporalmente elevada y con una marca temporal y una primera memoria de datos, en la cual pueden proporcionarse datos empíricos (5) para la estabilidad del sistema de energía; y

5 una disposición de procesamiento de datos (6) con una segunda memoria de datos en la cual puede crearse una matriz de decisión pluridimensional (8), una primera dimensión de la misma contiene estados del sistema (9) del sistema de energía y una segunda dimensión contiene posibles eventos (10) en el sistema de energía, respectivamente derivados de datos empíricos (5), donde a los estados del sistema (9) y a los eventos (10) respectivamente puede asociarse al menos una medida (44) para asegurar la estabilidad del sistema de energía, caracterizado porque

mediante la disposición de procesamiento de datos (6), mediante los datos de medición de indicador (11), pueden seleccionarse un estado del sistema (12) y un evento (13), de manera que puede seleccionarse al menos una medida (14); y

10 actuadores (15), mediante los cuales se realiza la medida (14) seleccionada para asegurar la estabilidad del sistema de energía, de manera automática, en el sistema de energía, donde las medidas (14,44) para asegurar la estabilidad de la red comprenden el control y/o la regulación del suministro de energía hacia el sistema eléctrico de energía mediante dispositivos de generación de energía, como actuadores (15).

15 13. Producto de programa informático que está almacenado en un medio legible por ordenador, y que comprende medios de programa legibles por ordenador, mediante los cuales un ordenador, como disposición de procesamiento de datos (6) y/o una disposición de procesamiento de datos basada en la nube, son provocados de manera que el sistema de la reivindicación 12 realiza un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11 cuando el producto de programa informático se ejecuta en el ordenador y/o en la disposición de procesamiento de datos basada en la nube.

20

