

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 138**

51 Int. Cl.:

**H04B 3/46** (2015.01)

**H02J 13/00** (2006.01)

**H04B 3/54** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2014 E 14188507 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 2863551**

54 Título: **Procedimiento y sistema para la determinación de un estado de funcionamiento de un componente de red en una red de suministro eléctrico**

30 Prioridad:

**15.10.2013 DE 102013220902**

**07.10.2014 DE 102014220323**

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

**04.12.2017**

73 Titular/es:

**POWER PLUS COMMUNICATIONS AG (100.0%)**

**Am Exerzierplatz 2  
68167 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:

**MAYER, EUGEN y  
RINDCHEN, MARKUS**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 645 138 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 y sistema para la determinación de un estado de funcionamiento de un componente de red en una red de suministro eléctrico

5

La invención se refiere a un procedimiento y un sistema para la determinación de un estado de funcionamiento de un componente de red en una red de suministro eléctrico usando un sistema de comunicaciones a través de líneas eléctricas (Powerline Communication).

10 En muchos países industriales la energía eléctrica se ha inyectado hasta comienzos de los años 1990 en la red de suministro eléctrico esencialmente a partir de centrales eléctricas, como centrales nucleares, de carbón, de petróleo y de gas. Los generadores descentralizados más pequeños, como centrales hidroeléctricas, instalaciones eólicas o fotovoltaicas, han desempeñado con frecuencia un papel subordinado y con mucha frecuencia estuvieron bajo el control de grandes empresas proveedoras de energía. Por consiguiente la generación de energía se pudo controlar

15 de forma muy adecuada. Para garantizar un suministro de energía suficiente y estable de todos los consumidores eléctricos a abastecer se ha planificado la generación de energía mediante un desarrollo de carga estándar. El desarrollo de carga estándar describe el consumo de energía eléctrica a esperar en general a lo largo de un día, subdividido en carga base, carga media y carga pico y teniendo en cuenta el día de la semana correspondiente y la estación del año.

20

En años pasados se ha emprendido a escala mundial grandes esfuerzos para generar cada vez más energía eléctrica a partir de fuentes de energía regenerativas. Se deben mencionar en este caso en particular instalaciones hidroeléctricas, eólicas, fotovoltaicas o de biogás. Mientras que, por ejemplo, en Alemania en 1990 sólo se cubría aprox. el 3,4% del consumo eléctrico por energía regenerativas, esta fracción ha ascendido ya al 24,7% en 2013.

25 Las aspiraciones políticas van hacia fracciones todavía claramente más elevadas. De este modo se ha originado y se origina una pluralidad de generadores descentralizados en el nivel de baja tensión o también media tensión, que generan una fracción cada vez mayor de la energía eléctrica proporcionada y cuya energía alimentada depende de la situación meteorológica. Dado que en las centrales eléctricas centrales se necesita todavía una planificación de la generación de energía, la planificación actual a través del desarrollo de carga estándar se complementa por datos meteorológicos y previsiones actuales. De este modo se mejora la estimación de la cantidad de energía a proporcionar previsiblemente por las centrales eléctricas centrales.

30

Aquí es problemático que la mayoría de los generadores descentralizados no están bajo el control de los operadores de las centrales eléctricas centrales. Por ello los operadores no tienen habitualmente una información sobre si en un

35 generador descentralizado es posible un funcionamiento sin errores y por consiguiente también se puede alimentar realmente la cantidad de energía estimada. Un funcionamiento en todo momento sin errores de todos los generadores descentralizados está alejado realmente de la práctica. Pueden aparecer los errores más diversos, que pueden impedir una alimentación de energía eléctrica en la red de suministro eléctrico por parte de un generador descentralizado. Esto se puede volver problemático para la estabilidad de toda la red de suministro eléctrico.

40

Sería concebible incluir valores estadísticos en la planificación de la generación de energía, que reproduzcan la probabilidad de un funcionamiento sin errores de una instalación. Sin embargo, los modelos de este tipo son complejos y sólo reproducen la realidad de forma insuficiente. Además, los modelos estadísticos son inexactos y pueden conducir pues a un aumento o déficit de producción. Por ello es conveniente tener medios de diagnóstico

45 para la determinación del estado de funcionamiento de los generadores descentralizados. Gracias al conocimiento del estado de funcionamiento de un generador se pueden mejorar claramente la seguridad de funcionamiento y estabilidad de la red de suministro y la capacidad de planificación de la generación de energía. Esto también puede ser razonable para grandes consumidores, ya que la caída repentina de una gran carga puede conducir a problemas e inestabilidades en la red de suministro eléctrico.

50

Por el documento EP 2 348 608 A2 se conocen un procedimiento y un sistema, con el que se pueden identificar los equipos eléctricos en un cableado eléctrico dentro de un edificio. Para ello se mide y evalúa el efecto retroactivo del equipo eléctrico, en particular respecto a la amplitud, la posición de fase y la posición temporal, por parte de uno o varios sensores. El efecto retroactivo se compara con candidatos de características eléctricas y de ello se infiere una

55 actividad del equipo eléctrico. Según un ejemplo de realización el sensor debe estar formado por un modem PLC.

La presente invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento y un sistema que posibilite la determinación del estado de funcionamiento de los componentes de red en una red de suministro eléctrico de un modo y manera sencillos y económicos.

60

Según la invención el objetivo anterior se consigue mediante las características de la reivindicación 1. Luego el procedimiento en cuestión usa una pluralidad de nodos PLC del sistema PLC, que están distribuidos en una región geográfica, y comprende las etapas:

- 5 recepción de una señal PLC por un nodo de comunicaciones a través de líneas eléctricas – nodo PLC – del sistema PLC, estando conectado el nodo PLC con la red de suministro eléctrico,  
 extracción de una fracción de señal de la señal PLC, que se ha originado por el efecto retroactivo del componente de red sobre la red de suministro eléctrico y está acoplada en la señal PLC,  
 comparación de la fracción de señal con al menos una de varias características de referencia, describiendo una característica de referencia un comportamiento del componente de red en el estado de funcionamiento conocido y  
 10 siendo al menos uno de los estados de funcionamiento, que se puede describir mediante una característica de referencia, un modo de error,  
 identificación de una característica de referencia, que es lo más similar posible a la fracción de señal extraída o a una característica formada por la parte de señal, y  
 determinación del estado de funcionamiento del componente de red en base a una característica de referencia  
 15 identificada.

Con vistas al sistema el objetivo anterior se consigue mediante las características de la reivindicación 14. Luego el sistema comprende:

- 20 y que están configurados respectivamente para la recepción de una señal PLC de la red de suministro eléctrico, medios para la extracción de una fracción de señal de la señal PLC recibida, que se ha originado por el efecto retroactivo del componente de red sobre la red de suministro eléctrico y está acoplada en la señal PLC,  
 medios para la facilitación de características de referencia, describiendo una característica de referencia un comportamiento del componente de red en el caso de estado de funcionamiento conocido,  
 25 medios para la comparación de la fracción de señal con al menos una de la característica de referencia, medios para la identificación de una característica de referencia, que es lo más similar posible a la fracción de señal extraída o a una característica formada por la parte de señal, y  
 medios para la determinación del estado de funcionamiento en base a la característica de referencia identificada, siendo al menos uno de los estados de funcionamiento, que se puede describir por una característica de referencia,  
 30 un modo de error.

De manera según la invención se ha reconocido en primer lugar que cada componente de red, que recibe energía de una red de suministro eléctrico o alimenta energía en una red de suministro eléctrico, tiene un efecto retroactivo característico sobre la red de suministro eléctrico. Incluso los componentes que transmiten la energía dentro de la red de suministro eléctrico pueden tener un efecto retroactivo característico sobre la red. Además, según la  
 35 invención se ha reconocido que este efecto retroactivo característico depende del estado de funcionamiento correspondiente del componente de red. De esta manera, a partir de un efecto retroactivo identificado se puede sacar una conclusión del estado de funcionamiento del componente de red. Además, se ha reconocido que muchos de estos efectos retroactivos también se pueden detectar en una señal PLC (Powerline Communication, comunicación a través de líneas eléctricas) de un sistema PLC, por lo que se produce un uso adicional del sistema PLC para la determinación de un estado de funcionamiento. Dado que los nodos PLC existentes se pueden usar o reequipar de forma sencilla, se realiza una contribución considerable a proporcionar un sistema económico para la determinación del estado de funcionamiento de un componente de red con costes relativamente bajos.

- 45 El efecto retroactivo característico de un componente de red se deduce esencialmente de la interconexión y excitación de los elementos constructivos individuales, de los que se compone el componente de red. En particular los elementos constructivos activos, como transistores, IGBTs (Insulated-Gate Bipolar Transistor, transistores bipolares de puerta aislada), tiristores, triacs u otros elementos semiconductores controlables, dan lugar en este caso a fracciones de señal utilizables de forma especialmente adecuada. Los sistemas de inversores, que por ejemplo convierten una tensión continua de un módulo fotovoltaico en una tensión alterna para la alimentación a la red de suministro eléctrico, acoplan fracciones de señal en la red de suministro eléctrico, que tienen un desarrollo característico de tiempo y frecuencia. Éstos dependen de la estructura del puente inversor del inversor, los elementos semiconductores usados en el puente inversor, la señal PWM usada (señal modulada en ancho de pulsos) para la excitación del puente inversor, del cableado de los elementos constructivos, de la tensión de entrada  
 50 aplicada en el inversor y muchas otras influencias. Esta enumeración a modo de ejemplo es válida para muchos otros componentes de red correspondientemente, tal y como reconocerá un especialista. De este modo en función de la estructura del componente de red se origina un efecto retroactivo característico sobre la red de suministro eléctrico, que actúa como un tipo de “huella digital eléctrica” del componente de red en la red de suministro eléctrico. El efecto retroactivo depende adicionalmente de las tolerancias de los elementos constructivos individuales del  
 60 componente de red, sin embargo, se conserva una característica dependiente del tipo constructivo. Además, el

efecto retroactivo depende del estado de funcionamiento del componente de red. Un inversor que trabaja sin errores tendrá un efecto retroactivo diferente sobre la red de suministro eléctrico que, por ejemplo, un inversor en el que ha fallado un elemento semiconductor en el puente inversor.

- 5 Se consigue una capacidad de detección de los efectos retroactivos por parte de un nodo PLC ya que los sistemas PLC usan una red de suministro eléctrico presente para la transmisión de datos mediante señales PLC. De este modo la red de suministro eléctrico sirve, por un lado, para la transmisión de la energía eléctrica y, por otro lado, para la transmisión de datos. Para la comunicación en el sistema PLC, los datos a transmitir se modulan en una pluralidad de subcanales que – por ejemplo en el caso de líneas eléctricas de banda ancha (PBL) – están configurados habitualmente en un rango de frecuencia entre aproximadamente 1 y 30 MHz. En un nodo PLC no se reciben sólo las señales PLC dirigidas a él. Mejor dicho las señales PLC están superpuestas con una serie de otras fracciones de señal, que se han acoplado en la señal PLC durante la transmisión del nodo emisor al receptor. Partes de estas fracciones de señal resultan de los componentes de red o sus efectos retroactivos sobre la red de suministro eléctrico. Estas fracciones de señal se eliminan habitualmente en el nodo PLC mediante medidas apropiadas. No obstante, gracias a la evaluación de las fracciones de señal se puede implementar el uso adicional según la invención del sistema PLC.

- 20 Para la determinación del estado de funcionamiento de un componente de red se recibe según la invención una señal PLC de un nodo PLC en una primera etapa. Un nodo PLC se debe entender en el sentido más amplio y puede estar formado en principio por cualquier equipo, que esté configurado para la recepción y procesamiento de señales PLC y esté conectado con la red de suministro eléctrico. Esto puede ser, por ejemplo, un repetidor PLC o una pasarela PLC. No obstante, preferentemente el nodo PLC está formado por un módem PLC, con el que está conectado un ordenador, un servidor, un router o similares. En la red de suministro eléctrico está presente habitualmente una multiplicidad de nodos PLC de este tipo, por lo que se origina una densidad relativamente elevada de “estaciones de medición”. Por ejemplo, sería concebible implementar una evaluación en un módem PLC, que está instalado en un cliente final PLC. También sería concebible instalar módems PLC correspondientes en estaciones de transformación u otros puntos relevantes para el funcionamiento de la red de suministro eléctrico.

- 30 Después de la recepción de la señal PLC, a partir de la señal PLC se extrae una fracción de señal que se ha originado por un efecto retroactivo del componente de red sobre la red de suministro eléctrico y se ha acoplado en la señal PLC durante la transmisión. Estas fracciones de señal extraídas se comparan en otra etapa con al menos una de varias características de referencia, describiendo una característica de referencia un efecto retroactivo típico de un componente de red sobre una red de suministro eléctrico en un estado de funcionamiento conocido. Dado que mediante las características de referencia proporcionadas está definido qué componentes de red y qué estados de funcionamiento se pueden detectar, también se puede hacer una afirmación sobre que desarrollos de tiempo y/o frecuencia pueden ser posiblemente relevantes. Esta información se puede usar en la extracción de las fracciones de señal. Así, por ejemplo, se puede considerar un rango de frecuencias definido de la señal PLC, que entra en consideración para los posibles componentes de red. La extracción puede ser realizada luego, por ejemplo, mediante un filtro paso banda.

- 40 En la comparación de las fracciones de señal extraídas de una señal PLC recibida con la característica de referencia, la fracción de señal extraída se compara preferentemente con una pluralidad de características de referencia o se evalúa la similitud de la fracción de señal con la característica de referencia. No obstante, se realiza una comparación con al menos una característica de referencia. La comparación se puede realizar, por ejemplo, mediante correlación de la fracción de señal con la característica de referencia. Cuanto mayor sea la similitud entre una fracción de señal extraída y una característica de referencia, tanto más probable es que la fracción de señal extraída esté provocada por un componente de red y un estado de funcionamiento del componente de red, que se representa mediante la característica de referencia en cuestión. Antes de la realización de la comparación puede ser necesaria una normalización u otra preparación de la fracción de señal extraída, a fin de obtener una capacidad de comparación.

- 55 La característica de referencia puede reproducir un desarrollo de señal concreto, fracciones de frecuencia concretas y/o amplitudes determinadas. Sin embargo, la característica de referencia también puede ser una abstracción del efecto retroactivo de un componente de red. Así para la determinación de la característica de referencia se podría determinar un valor característico de un desarrollo de señal a continuación del componente de red. En este caso se definiría la característica de referencia mediante uno o varios valores característicos. Cuando la característica de referencia está representada por un valor característico, a partir de la fracción de señal se debería extraer asimismo un valor característico y compararse éste con el valor característico de la característica de referencia.

- 60 En base al resultado de la comparación se identifica aquella característica que presenta la mayor concordancia con

la fracción de señal o con la característica contenida en la fracción de señal. Dado que la característica de referencia identificada es representativa del estado de funcionamiento presente muy probablemente de un componente de red, por consiguiente se puede determinar o al menos estimar el estado de funcionamiento del componente de red.

- 5 La enseñanza reivindicada ofrece un uso adicional para la utilización de un sistema PLC, que junto a la funcionalidad de comunicación posibilita la determinación del estado de funcionamiento de los componentes de red conectados con la red de suministro eléctrico. A este respecto, para la determinación del estado de funcionamiento no se necesita un acceso directo a los componentes de red u otros componentes. Además, para posibilitar la determinación no es necesaria una modificación de los componentes de red presentes. De este modo los  
10 componentes de red más antiguos no se deben reequipar de forma costosa.

Preferentemente la extracción de la fracción de señal de la señal PLC recibida se realiza usando un modelo de canal. El modelo de canal describe un canal de transmisión, que está configurado sobre un recorrido de transmisión entre un nodo PLC emisor y el nodo PLC receptor en la red de suministro eléctrico y se usa para la transmisión de  
15 señales PLC. Mediante el modelo de canal se puede calcular la influencia de una señal sobre el recorrido de transmisión. Dado que un modelo de canal es en la mayoría de los casos una aproximación del comportamiento presente realmente del canal de transmisión, las influencias calculadas de una señal a través del canal de transmisión sólo son una estimación de las condiciones reales. Pero con mucha frecuencia las estimaciones son suficientemente exactas, para poder hacer afirmaciones respecto a la influencia de una fracción de señal acoplada  
20 en el canal de transmisión a través del canal de transmisión.

Adicionalmente o alternativamente al uso del modelo de canal se pueden usar señales parásitas acopladas en la señal PLC para la extracción de la fracción de señal. Las señales parásitas se entremezclan en el canal de transmisión sobre el recorrido de transmisión de la señal PLC, por lo que éstas se acoplan en la señal PLC.  
25 Habitualmente existen señales parásitas aditivas, que se suman por consiguiente formando la señal PLC. Por ello en el nodo PLC receptor ingresaría la señal PLC junto con señales parásitas. Como señales parásitas se consideran en cuestión todas las fracciones de una señal PLC recibida, que no proceden de señales PLC emitidas originalmente y asimismo no son fracciones de señal que se han originado por el efecto retroactivo de un componente de red sobre la red de suministro eléctrico. Por ello el rango de frecuencia, en el que aparecen las señales parásitas, se puede  
30 dejar fuera en la determinación del estado de funcionamiento del componente de red. De este modo este rango de frecuencia no se debe examinar respecto a los efectos retroactivos del componente de red sobre la red de suministro eléctrico. Esto simplifica la identificación de las características de referencia, dado que se debe examinar una banda de frecuencias más estrecha.

35 En la práctica se conocen muchas fuentes de señales parásitas, de modo que las señales de fuentes de señales conocidas de este tipo se pueden adoptar como señales parásitas. Para ello, por ejemplo, se remite a las señales de radio, como por ejemplo señales de radio de onda corta o señales de radio amateur. Se conocen las frecuencias usadas por señales de radio de este tipo. Las señales parásitas de fuentes conocidas se pueden depositar con las fracciones de frecuencias correspondientes en la base de datos y usarse en la extracción de la fracción de señal.  
40

Las señales parásitas se pueden identificar en una fase de inactividad temporal o completa del sistema PLC, por ejemplo, en una pausa de emisión de todos los nodos PLC o antes de la puesta en funcionamiento del sistema PLC. En estas fases de inactividad, el sistema PLC puede buscar señales parásitas acopladas. Si el sistema PLC ha identificado una señal parásita entremezclada por primera vez, ésta se puede depositar en una base de datos.  
45 Asimismo se pueden actualizar las señales parásitas ya depositadas en la base de datos respecto a la duración de ejecución del procedimiento / sistema, cuando por ejemplo ya no se han identificado señales parásitas identificadas anteriormente durante tiempos más prolongados. Las señales parásitas depositadas en la base de datos se pueden usar para la identificación de señales parásitas acopladas en la señal PLC.

50 En un ejemplo de realización, el nodo PLC, que evalúa una señal PLC, puede ser un nodo PLC pasivo, es decir, el nodo PLC no ha participado de forma activa en el intercambio de las señales PLC evaluadas. A este respecto, el nodo PLC pasivo no evalúa en pausas de emisión propias señales PLC dirigidas a él de otros nodos PLC. Los otros nodos PLC intercambian entre sí las señales, sin comunicarse con el nodo PLC. Una señal PLC entrante se recibe y evalúa por el nodo PLC sólo para la determinación del estado de funcionamiento del componente de red. Dado que  
55 el nodo PLC no se comunica con los otros nodos PLC, no se requiere una evaluación condicionada por la comunicación.

En una forma de realización especialmente preferida, el nodo PLC que evalúa una señal PLC puede ser un nodo PLC activo, es decir, el nodo PLC intercambia señales PLC con uno o varios otros nodos PLC. A este respecto, la  
60 señal PLC evaluada es una señal PLC de uno de los otros nodos PLC dirigida al nodo PLC evaluador. Dado que el

nodo PLC está en conexión de comunicación con el otro nodo PLC, está prevista una evaluación condicionada por la comunicación de la señal PLC.

5 En el caso de un nodo PLC activo, para la separación de una señal PLC recibida y todas las fracciones acopladas durante la transmisión (señales parásitas y fracciones de señales de efectos retroactivos) se usa preferentemente un procedimiento, tal y como se da a conocer en el documento WO 2012/010163 A1 de la solicitante y por la presente se hace referencia a él expresamente. El procedimiento sirve preferentemente para la valoración de la utilidad de una subportadora de una señal PLC de banda ancha. Pero simultáneamente también se realiza una separación entre la señal PLC y todas las otras fracciones recibidas con ella. En primer lugar se multiplica una señal recibida en 10 una subportadora con el inverso de una función de transmisión estimada del canal de transmisión, por lo que se eliminan ampliamente los efectos del canal de transmisión en la transmisión de la señal PLC. Luego se decodifica la señal obtenida de esta manera y se somete a un reconocimiento y corrección de errores. Después de la corrección de errores, el símbolo reconocido se convierte de nuevo en una señal de emisión y se multiplica con la función de transmisión estimada. De este modo se origina una señal de recepción ficticia, que está limpia de todas las 15 fracciones que no resultan de la señal PLC emitida originalmente. Cuando esta señal de recepción ficticia se retira de la señal recibida realmente en la subportadora, se origina una señal de diferencia que contiene todas las señales parásitas y fracciones de señal de efectos retroactivos de los componentes de red.

20 Cuando para la extracción de la fracción de señal, que se ha originado por el efecto retroactivo del componente de red, se usa un modelo de canal, el modelo de canal se puede consultar para la determinación de la influencia de la señal PLC por parte del canal de transmisión. Se influye en cada señal transmitida a través de la red de suministro eléctrico (en caso de señal PLC, señal parásita o fracción de señal de efectos retroactivos) por parte del canal de transmisión. Sobre el recorrido de transmisión pueden aparecer, por ejemplo, distorsiones, amortiguaciones o ecos. Con ayuda del modelo de canal se puede calcular la señal enviada a partir de una señal recibida.

25 El canal de transmisión depende propiedades estáticas del canal. En un sistema PLC las propiedades estáticas del canal más importantes son las propiedades físicas del recorrido de transmisión. Esto puede ser, por ejemplo, la longitud de cable, el tipo de cable, el número de conductos de cable, los manguitos de cable y los estados de conmutación en la red de distribución. Para la elaboración del modelo de canal se pueden usar estas propiedades 30 estáticas del canal de transmisión. Complementariamente puede llegar información referida al rango de frecuencia usado para la transmisión. En la determinación del modelo de canal usando las propiedades físicas del recorrido de transmisión se pueden consultar los planos de cableado de la red de suministro eléctrico o una zona parcial de ellos.

35 Además, para la elaboración del modelo de canal se pueden evaluar los resultados de una medición de canal mediante tonos piloto. Los "tonos piloto" se intercambian en el caso de la estructura de conexión entre dos componentes PLC. De este modo se determina qué partes del espectro PLC se pueden usar para la comunicación, de qué manera se pueden usar y cuan buena es la relación de señal y ruido (SNR). Los resultados típicos de esta estimación de canal son los valores SNR, a partir de los que resulta de nuevo el procedimiento de modulación usado (por ejemplo BPSQ, QPSK, QAM, 256QAM, etc.). Además se identifican los vecinos directos y la conexión del nodo 40 PLC respecto a éstos. Pero simultáneamente mediante tonos piloto también se pueden sacar conclusiones sobre amortiguaciones o ecos, dado que un nodo PLC que recibe los tonos piloto conoce la composición original de la señal enviada y por ello puede inferir sobre la modificación durante la transmisión.

45 Para la determinación de las características de referencia se pueden consultar los efectos retroactivos del componente de red sobre la red de suministro eléctrico, por ejemplo, tensiones parásitas conducidas por la línea. Las características de referencia se pueden proporcionar por el fabricante del componente de red o la determinación de las características de referencia puede estar prevista como parte del protocolo de entrega de un sistema.

50 Para la formación de la característica de referencia se hace funcionar preferentemente un componente de red con un estado de funcionamiento conocido a una tensión de red y se registra el efecto retroactivo. Para ello se puede usar, por ejemplo, un analizador de espectro que está conectado con una tensión de red a través de un circuito de acoplamiento y un transformador de tensión. Para conseguir una compatibilidad máxima con la determinación posterior del estado de funcionamiento, se registra la determinación del efecto retroactivo de un componente de referencia preferentemente con un nodo PLC.

55 Para la obtención de una utilidad lo más amplia posible, el efecto retroactivo determinado se podría normalizar de forma apropiada, por ejemplo, a una tensión de referencia o a un nodo PLC. Alternativamente o adicionalmente se podrían extraer valores característicos que se forman por el efecto retroactivo. Para cada componente de red a reconocer estaría disponible al menos una característica de referencia. Esta puede ser, por ejemplo, un estado de 60 error especialmente crítico del componente de red. Preferentemente para cada componente de red a reconocer y

para cada estado de funcionamiento a reconocer está disponible una característica de referencia.

Las características de referencia se pueden registrar en distintos estados de funcionamiento. A este respecto al menos uno de los estados de funcionamiento puede ser un modo normal, en el que el componente de red trabaja sin errores. También pueden estar previstas varias características de referencia para el funcionamiento normal, dado que un componente de red puede presentar varios estados de funcionamiento sin errores, por ejemplo, bajo distintas cargas. Sería concebible que sólo esté prevista una determinación de estados normales. A partir del conocimiento de los componentes de red instalados en el entorno de un nodo PLC, por ejemplo, mediante comparación de una pluralidad de mediciones a intervalos temporales entre sí, en el caso de fallo de un componente de red se puede inferior que éste ya no trabaja en el modo normal. Esto se puede provocar mediante una desconexión planificada del componente de red o por un estado de error. Para la posibilidad de planificación de una generación de energía, ambos estados tienen aproximadamente el mismo efecto, a saber, que el componente de red en cuestión no consume no puede alimentar energía en la red de suministro eléctrico o no consume una energía.

No obstante, preferentemente al menos uno de los estados de funcionamiento, que se puede describir por una característica de referencia, es un modo de error. En el modo de error es errónea al menos una función del componente de red. En general en un componente de red pueden aparecer varios estados de error diferentes. Cada uno de estos estados de error puede estar representado en principio mediante una característica de referencia correspondiente.

Para la determinación de un estado de error también se pueden correlacionar entre sí las fracciones de señal de distintas fases de la red de suministro eléctrico. Esto presupone que el nodo PLC está conectado con varias o todas las fases de la red de suministro de corriente y puede recibir y evaluar una señal PLC de las fases conectadas. Cuando, por ejemplo, un inversor convierte una tensión continua de un módulo fotovoltaico en una tensión alterna, en una red de corriente trifásica común se alimenta energía de forma simétrica a las tres fases. No obstante, cuando por ejemplo en una rama del inversor está perturbado un componente (p. ej. un condensador antiparasitario o un diodo), se originan asimetrías en la alimentación. Las asimetrías se hacen notar en un efecto retroactivo característico sobre la red de suministro eléctrico. Mediante la correlación de valores de varias fases se pueden reconocer estas asimetrías. Por los resultados de la correlación se puede inferir un funcionamiento erróneo del componente de red.

Los efectos retroactivos del componente de red se pueden detectar sobre una anchura de banda predefinida. Para ello el nodo PLC sólo puede evaluar las señales PLC que están contenidas en el ancho de banda predefinido o presenten determinadas frecuencias. Los efectos retroactivos del componente de red se pueden detectar alternativamente o adicionalmente en instantes determinados dentro de un periodo de la tensión de red de la red de suministro eléctrico. A este respecto, la señal PLC no se podría evaluar durante todo el tiempo, sino sólo en instantes predefinidos. Estos instantes pueden estar fijados en función del periodo de la tensión de red. Por consiguiente se podría obtener una valoración suficientemente buena y simultáneamente minimizar el coste de la evaluación.

La determinación de los estados de funcionamiento se realiza preferentemente de forma periódica, pudiendo depender el intervalo entre evaluaciones de la importancia de la información obtenida. En los generadores, que alimentan una potencia proporcionalmente grande en el nivel de media tensión en la red de suministro eléctrico, una caída es seguro más crítica que en una instalación fotovoltaica relativamente pequeña con sólo pocos kW de potencia máxima de alimentación. Esto se podría reproducir en la frecuencia de la determinación del estado de funcionamiento. Mientras que en una gran instalación se determina el estado de funcionamiento por ejemplo cada 30 minutos, en la instalación pequeña el estado de funcionamiento se podría determinar sólo una o dos veces al día. Alternativamente el estado de funcionamiento también se podría efectuar según la necesidad, cuando este se desencadena por una sala de control. Ambos enfoques también se pueden combinar para distintos tipos de instalaciones: mientras que unos grupos de instalaciones generan información de forma periódica sobre el estado de funcionamiento, otro grupo se puede consultar en caso de necesidad.

Dado que las señales PLC se amortiguan por el canal de transmisión conformado en la red de suministro eléctrico, los efectos retroactivos característicos sobre la red de suministro eléctrico sólo se pueden recibir en una zona limitada de la red de suministro eléctrico. Según la configuración de las líneas usadas el radio puede llegar de pocos kilómetros hasta varias decenas de kilómetros. Esto no supone una desventaja gracias al uso de nodos PLC, que están distribuidos habitualmente con densidad relativamente elevada sobre una región geográfica. Mejor dicho este efecto se puede consultar de manera ventajosa para la localización de componentes defectuosos. Los efectos retroactivos característicos de un componente de red se extienden desde el lugar del componente de red a la red de suministro eléctrico. Debido a la amortiguación del canal de transmisión se amortiguarán las fracciones de señal

después de un alejamiento determinado, hasta que ya no se pueden detectar más por un nodo PLC. De este modo sólo determinados nodos PLC dispuestos en el entorno del componente de red pueden recibir las fracciones de señal acopladas en la señal PLC. Mediante la evaluación de la intensidad de señal y usando la ubicación del / de los nodos PLC se puede limitar el lugar del componente de red en la red de suministro eléctrico.

5

Preferentemente el sistema según la invención para la determinación de un estado de funcionamiento comprende una pluralidad de nodos PLC, que están distribuidos sobre una región geográfica. Cada uno de estos nodos PLC supervisa su entorno e identifica preferentemente los componentes de red y sus estados de funcionamiento. Preferentemente la información obtenida se le envía luego – eventualmente en forma agregada – a un servidor, pudiéndose usar la PLC como medio de transmisión debido a la sencillez. En el servidor se pueden almacenar los datos recibidos junto con la información sobre el nodo PLC que ha obtenido los datos, y eventualmente un registro temporal en una base de datos central. Por ello se pueden conducir las evaluaciones estadísticas sobre los estados de funcionamiento de los componentes alimentadores en la red de suministro eléctrico. Sin embargo, esta información también se puede usar para el inicio de contramedidas, por ejemplo por información del operador del componente de red o por encargo de un técnico de mantenimiento. Complementariamente o alternativamente esta información se puede usar por un operador de una central eléctrica central para estimar junto con el desarrollo de carga estándar, los datos meteorológicos y la predicción del tiempo la energía eléctrica probablemente a proporcionar.

10

15

20

25

En el sistema el medio para la facilitación de las características de referencia puede estar implementado por una base de datos. Esta base de datos puede estar almacenada en el servidor mencionado anteriormente. En la base de datos pueden estar depositadas las características de preferentemente componentes de red activos, como por ejemplo inversores. Para la reducción de la capacidad de transmisión necesaria podría estar depositada una copia de la base de datos en el nodo PLC y sólo en caso de toma de una característica de referencia se realiza una comparación con la base de datos central, por ejemplo mediante comparación de valores Hash.

Ahora hay distintas posibilidades de configurar y perfeccionar la enseñanza de la presente invención de manera ventajosa. Para ello, por un lado, se debe remitir a las reivindicaciones subordinadas a las reivindicaciones 1 ó 14 y, por otro lado, a la explicación siguiente de un ejemplo de realización preferido de la invención mediante el dibujo. En conexión con la explicación del ejemplo de realización preferido de la invención mediante el dibujo también se explican en general configuraciones y perfeccionamientos preferidos de la enseñanza. En el dibujo muestra la única

30

Fig. 1 un recorrido de transmisión entre dos nodos PLC.

35

En la única figura se muestran un nodo PLC A y un nodo PLC B. Los nodos PLC A, B están conectados con una red de suministro eléctrico, en la que está conformado un canal de transmisión. El nodo PLC A emite una señal PLC  $s_A(t)$  a través de la red de suministro eléctrico al nodo PLC B. Se influye en la señal PLC  $s_A(t)$  por el canal de transmisión y las señales parásitas entremezcladas en el canal de transmisión, de modo que ésta se recibe como señal PLC  $s_B(t)$  por el nodo PLC B.

40

El canal de transmisión depende de propiedades estáticas. Las propiedades estáticas del canal de transmisión representan entre otros los parámetros físicos del recorrido de transmisión en la red de suministro eléctrico, a través del que se transfiere la señal PLC  $s_A(t)$  del nodo PLC A al nodo PLC B. Esto pueden ser la longitud de cable, el tipo de cable, el número de conductos de cable, los manguitos de cable y los estados de conmutación en la red de distribución. Además, sobre el recorrido de transmisión pueden aparecer distorsiones, amortiguaciones o ecos.

45

Además, sobre el recorrido de transmisión en el sistema PLC se entremezclan señales parásitas de fuentes de señales conocidas y desconocidas. Las señales parásitas de fuentes de señales conocidas emiten la mayoría de las veces señales útiles, que se usan para la comunicación por las fuentes de señales, no obstante no por el sistema PLC. Las fuentes de señales que emiten señales útiles de este tipo pueden ser emisores de radio amateur o emisores de radio de onda corta.

50

Las señales parásitas de fuentes de señales desconocidas son todas las señales que no se pueden asociar al sistema PLC ni las señales parásitas de fuentes de señales conocidas. Las señales parásitas de fuentes de señales desconocidas también se pueden acoplar en el recorrido de transmisión y superponerse con la señal PLC. Las señales parásitas de fuentes de señales desconocidas se pueden introducir a través de recorridos aéreos por emisores de radio o directamente en la red de suministro eléctrico por componentes de red. Las fuentes de señales desconocidas de este tipo pueden ser, entre otros, fuentes de alimentación conmutadas, atenuadores, motores eléctricos, interruptores, tubos fluorescentes o inversores. En general las señales parásitas de fuentes de señales desconocidas no contienen una información útil y no se usan por ningún sistema para la comunicación.

55

60

Con vistas a otras configuraciones ventajosas del dispositivo según la invención, para evitar repeticiones se remite a la parte general de la descripción, así como a las reivindicaciones adjuntas.

- 5 Finalmente se indica expresamente que el ejemplo de realización descrito anteriormente del procedimiento o sistema según la invención sólo sirve para la discusión de la enseñanza reivindicada, no obstante, éstos no están limitados a los ejemplos de realización.

**Lista de referencias**

10

A	Nodo PLC
B	Nodo PLC
$s_A(t)$	Señal PLC emitida
$s_B(t)$	Señal PLC recibida

15

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de un estado de funcionamiento de un componente de red en una red de suministro eléctrico usando un sistema de comunicaciones a través de líneas eléctricas (Powerline Communication) – sistema PLC – con una pluralidad de nodos de comunicaciones a través de líneas eléctricas – nodos PLC (A, B) –, que están distribuidos sobre una región geográfica, con las etapas:
- recepción de una señal PLC ( $s_B(t)$ ) por un nodo de comunicaciones a través de líneas eléctricas – nodo PLC (A, B) – del sistema PLC, en el que el nodo PLC (A, B) está conectado con la red de suministro eléctrico,
- 10 extracción de una fracción de señal de la señal PLC ( $s_B(t)$ ), que se ha originado por el efecto retroactivo del componente de red sobre la red de suministro eléctrico y está acoplada en la señal PLC ( $s_B(t)$ ), comparación de la fracción de señal con al menos una de varias características de referencia, en el que una característica de referencia describe un comportamiento del componente de red en el estado de funcionamiento conocido y en el que al menos uno de los estados de funcionamiento, que se puede describir mediante una
- 15 característica de referencia, es un modo de error, identificación de una característica de referencia, que es lo más similar posible a la fracción de señal extraída o a una característica formada por la parte de señal, y determinación del estado de funcionamiento del componente de red en base a una característica de referencia identificada.
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la extracción de la fracción de señal de la señal PLC ( $s_B(t)$ ) se realiza usando señales parásitas acopladas en la señal PLC ( $s_B(t)$ ) y/o un modelo de canal, siendo el modelo de canal un modelo de un canal de transmisión, a través del que se transfiere la señal PLC ( $s_B(t)$ ) y que está conformado en la red de suministro eléctrico, y
- 25 aceptándose como señal parásita las señales de fuentes de señales conocidas, estando depositadas las señales parásitas a esperar en una base de datos.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** las señales parásitas se identifican en una fase de inactividad del sistema PLC y se actualizan respecto al tiempo de ejecución del procedimiento.
- 30
4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** la señal PLC ( $s_B(t)$ ) se evalúa por el nodo PLC (B), intercambiando el nodo PLC (B) señales PLC con otro nodo PLC (A).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado porque** la señal PLC ( $s_B(t)$ ) se evalúa por el nodo PLC (B), usándose el nodo PLC (B) pausas de emisión propias para el registro del entorno e intercambiando otros nodos PLC señales PLC entre sí.
- 35
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado porque** el modelo de canal se consulta para la determinación de la influencia de la señal PLC ( $s_B(t)$ ) por parte del canal de transmisión.
- 40
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado porque** para la elaboración del modelo de canal se usan propiedades estáticas del canal de transmisión, en particular la longitud de cable, el tipo de cable, el número de los conductos de cable, los manguitos de cable y los estados de conmutación en la red de distribución.
- 45
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 7, **caracterizado porque** para la elaboración del modelo de canal se evalúan los resultados de una medición de canal mediante tonos piloto.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** para la determinación
- 50 de las características de referencia se consultan los efectos retroactivos del componente de red sobre la red de suministro eléctrico.
10. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado porque** las características de referencia se registran con un nodo PLC o están normalizadas en un nodo PLC.
- 55
- 11.- Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado porque** las características de referencia se registran en distintos estados de funcionamiento, siendo al menos uno de los estados de funcionamiento un modo de error, trabajando el componente de red de forma errónea en el modo de error.
- 60
12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado porque** al menos uno de los estados de

funcionamiento es un modo normal, trabajando el componente de red sin errores en el modo normal.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** los efectos retroactivos del componente de red se detectan sobre un ancho de banda predefinido y/o en instantes determinados dentro de un periodo de la tensión de red de la red de suministro eléctrico.

14. Sistema para la determinación de un estado de funcionamiento de un componente de red en una red de suministro eléctrico usando un sistema de comunicaciones a través de líneas eléctricas – sistema PLC – que comprende:

- 10 una pluralidad de nodos PLC (A, B), que están distribuidos sobre una región geográfica y son componente del sistema PLC y que están configurados respectivamente para la recepción de una señal PLC de la red de suministro eléctrico,
- medios para la extracción de una fracción de señal de la señal PLC ( $s_B(t)$ ) recibida, que se ha originado por el efecto retroactivo del componente de red sobre la red de suministro eléctrico y está acoplada en la señal PLC ( $s_B(t)$ ),
- 15 medios para la facilitación de características de referencia, describiendo una característica de referencia un comportamiento del componente de red en el caso de estado de funcionamiento conocido,
- medios para la comparación de la fracción de señal con al menos una de la característica de referencia,
- medios para la identificación de una característica de referencia, que es lo más similar posible a la fracción de señal extraída o a una característica formada por la parte de señal, y
- 20 medios para la determinación del estado de funcionamiento en base a la característica de referencia identificada, siendo al menos uno de los estados de funcionamiento, que se puede describir por una característica de referencia, un modo de error.

15. Sistema según la reivindicación 14, **caracterizado porque** el medio para la facilitación de características de referencia está implementado por una base de datos, estando depositadas las características de referencia de componentes de red activos en la base de datos.

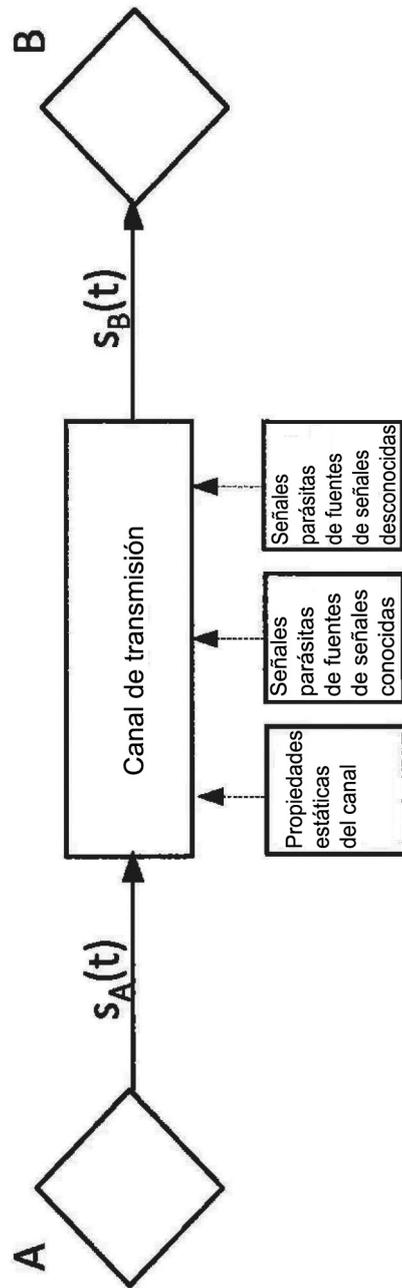


Fig. 1