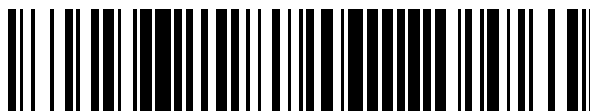


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 127**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2011** **E 11009760 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018** **EP 2463980**

54 Título: **Operación de un generador de energía en una red de suministro de energía**

30 Prioridad:

11.12.2010 DE 102010054233

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

08.04.2019

73 Titular/es:

**BOB HOLDING GMBH (100.0%)
Marienstrasse 13
97332 Volkach, DE**

72 Inventor/es:

BECK, BERNHARD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 708 127 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

Operación de un generador de energía en una red de suministro de energía

5 La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la operación de al menos un generador de energía que está realizado especialmente como generador de energía regenerativa, en una red de suministro de energía con niveles de tensión conectados a través de un primer y un segundo transformador. Los niveles de tensión de distinta intensidad son tres niveles de tensión unidos, cuyos dos niveles de tensión superiores están interconectados a través de un primer transformador y cuyos dos niveles de tensión inferiores están interconectados a través del
10 segundo transformador.

En la práctica del suministro público de corriente, en la red de suministro de energía, según el nivel de suministro que por ejemplo en Alemania abarca desde un nivel de tensión máxima superior a 220 KV y/o un nivel de tensión alta con 33 KV a 220 KV, pasando por un primer nivel de tensión media entre 1 KV y 33 KV, hasta un nivel de
15 tensión baja de hasta 1 KV, los proveedores de energía u operadores de red fijan unos límites más o menos estrechos para la calidad de corriente y de tensión con respecto a la parte de potencia reactiva (recepción de potencia reactiva o suministro de potencia reactiva) de los proveedores de corriente y de los consumidores de corriente, los cuales están representados por el valor $\cos \phi$ en el diagrama vectorial de corriente y tensión. En muchos casos, especialmente también en Alemania, el valor admisible de $\cos \phi$ para una recepción de potencia reactiva sin sanciones o una alimentación de potencia reactiva es de 0,95. Este límite fijado sirve para la
20 estabilización de las redes para evitar una sobretensión que puede conducir a una destrucción de consumidores conectados y una subtensión que puede conducir a un fallo de consumidores. De regulador para el cumplimiento de los valores $\cos \phi$ legales sirve el precio. Por tanto, una alimentación o una recepción de potencia reactiva fuera del ancho de banda para el $\cos \phi$ establecido por el proveedor de energía o el operador de red superior están sujetas a considerables multas o suplementos.
25

Se conocen múltiples tipos de instalaciones para la generación de energía regenerativa. Cada instalación fotovoltaica (instalación FV) genera una corriente continua que por medio de un ondulator se convierte en una
30 tensión alterna y que en condiciones adecuadas se alimenta a una red de suministro de energía. Como ondulatorios pueden emplearse tanto aparatos electrónicos como convertidores electromecánicos. Por un ondulator se entiende cualquier dispositivo capaz de generar a partir de una tensión continua una tensión alterna. Las instalaciones de energía eólica por ejemplo generan directamente una corriente alterna. Pero esta debe adaptarse a través de un convertidor de frecuencia a las circunstancias de la red de suministro pública (red de suministro de energía). Estos convertidores de frecuencia comprenden igualmente un ondulator y se incluyen como medio.
35

Los componentes electrónicos de un ondulator, al igual que la combinación de una máquina de corriente continua con un generador sincrónico como ondulator mecánico permiten el ajuste de un valor $\cos \phi$ deseado con respecto a la potencia. En la mayoría de las instalaciones FV, esto se realiza mediante un indicador $\cos \phi$, a través del que se puede ajustar una relación fija entre la potencia alimentada y la potencia reactiva alimentada o recibida. Así, por
40 ejemplo, se prescribe que cada unidad reguladora ajuste cualquier potencia alimentada a la red con un $\cos \phi$ de 0,97.

Por el documento US2010/094474A1 se dio a conocer un sistema con varias instalaciones de parque eólico para la conexión a una red de suministro de energía eléctrica. Las instalaciones individuales de parque eólico alimentan la
45 energía generada a una barra colectora que por un extremo está conectada a la red de suministro. El dispositivo regulador interno para el sistema de parques eólicos comprende mediciones de tensión y su comparación con valores de referencia, así como posibilidades de controlar una emisión o extracción de potencia reactiva mediante turbinas eólicas individuales. El objetivo de la disposición conocida es optimizar las pérdidas del sistema general, de tal forma que se desplaza potencia reactiva entre los distintos parques eólicos o también entre turbinas individuales del mismo parque eólico.
50

Por la publicación para información de solicitud de patente alemana DE19961705A1 por ejemplo se conoce un ondulator para una instalación fotovoltaica, por medio de la que una instalación solar puede conectarse a una red de
55 suministro de energía y que presenta una unidad de regulación para el cálculo dinámico de una corriente de compensación para la compensación de armónicos y de potencia reactiva en la red. Mediante la operación del ondulator con la unidad de regulación se pretende mejorar la calidad de la tensión de red en la red de suministro de energía. La unidad de regulación calcula un valor teórico de corriente de compensación sobre la base de un valor de tensión de red medido. El elemento de medición de la medición de tensión de red se dispone en aquel punto de conexión en el que el ondulator alimenta la energía a la red.
60

En instalaciones más grandes y más modernas, el valor $\cos \phi$ no se predefine necesariamente de manera fija, sino que se puede ajustar dinámicamente según las necesidades actuales durante la operación según un diagrama conforme a la figura 1. En este, está aplicado un valor $\cos \phi$ que ha de ajustarse en la salida del ondulator a través de la tensión de red. La tensión de salida (U_{Red}) para la alimentación a la red debe variar solo dentro de un intervalo
65 entre un valor mínimo (U_{min}) y un valor máximo U_{máx}. Fuera de este intervalo de la alimentación a la red, admitido por el proveedor de energía, con un $\cos \phi$ de por ejemplo como máximo 0,95, la instalación FV no debería hacerse

funcionar. Dentro de este intervalo admisible, un intervalo más estrecho se sitúa entre una tensión de regulación mínima (Uregul mín) y una tensión de regulación máxima (Uregul máx), en el que se puede emitir a la red potencia pura sin componente de potencia reactiva. En el centro de este intervalo más estrecho se encuentra la tensión teórica (Uteórica).

5
10
15
Generalmente, los proveedores de energía están obligados por contrato como suministradores de energía, especialmente en su relación contractual con el operador de red superior (p.ej. central nuclear, central de carbón etc.), a no exceder un valor de recepción de potencia reactiva de $\cos \phi$ 0,95 para garantizar la estabilidad de tensión en la red superior suprarregional. Esto significa que en el ejemplo, un valor $\cos \phi$ de 0,94 constituye un rebase por exceso de la recepción, mientras que un valor $\cos \phi$ de 0,96 constituye un rebase por defecto, es decir, un no aprovechamiento de la recepción máxima permitida. Pero una recepción o el suministro de potencia reactiva frecuentemente son necesarios en las redes inferiores, para compensar un aumento de tensión por la alimentación de corriente solar o eólica o para compensar una caída de tensión por falta de suministro de energía alternativa o por el arranque de máquinas.

20
25
30
35
Para la explicación más detallada de la problemática y el objetivo resultante se describe un ejemplo con la ayuda de la figura 3. En una red de suministro de tensión media de 20 kV, a varias localidades A a K de distintos tamaños se suministra, a través de una línea en bucle 17 que está conectada a dos transformadores 19 y 21, energía a un nivel de 0,4 kV. A las localidades A a K se suministra de forma estable corriente a nivel de 0,4 kV. Se requieren medidas cuando uno de los transformadores, por ejemplo el transformador 21, falla por trabajos de mantenimiento o por un defecto y ha de ser desconectado de la red. El transformador 19 que queda debe suministrar energía ahora a todas las localidades A a K.

40
45
50
55
Para poder proporcionar una tensión suficiente incluso en las localidades E y D alejados, por el puesto de control responsable de la red de suministro debe ser aumentada la tensión de salida en el transformador 19. Esto significa para las localidades A y K cercanas, que estas son aprovisionadas en el margen superior del ancho de banda de tensión deseado. Para las localidades alejadas significa que son aprovisionadas más bien en el margen inferior del ancho de banda de tensión. Si en la localidad K se encuentra una instalación fotovoltaica mayor, su equipo de regulación tratará – conforme a la figura 1 descrita anteriormente – reconducir la instalación FV al intervalo B, ya que a causa de la tensión de red aumentada, la instalación se hace funcionar en el intervalo del flanco derecho, es decir, en el intervalo. Dado que la regulación de instalación FV no detecta el transformador 21 que falla, como resultado, la regulación de instalación actuará a favor de una reducción de la tensión de red y el puesto de control actuará, por ejemplo mediante procesos de conmutación correspondientes en transformadores, a favor de una elevación de la tensión de red, especialmente mediante una modificación de las relaciones de transmisión. Estas intervenciones contrarias en la red de suministro de corriente conducían ya regularmente a redes más inestables, cuando aún no había generadores de energía regenerativa en la medida actual.

60
65
Partiendo de estas consideraciones, la invención tiene el objetivo de contribuir a aumentar la estabilidad de suministro en una red de suministro de energía eléctrica.

El objetivo se consigue en el dispositivo según la invención mediante

- un equipo de medición que detecta la transferencia de potencia reactiva entre los dos niveles de tensión superiores en el primer transformador,
- un aparato de medición de tensión que determina la tensión en un primer punto de conexión a red del nivel de tensión inferior,
- un equipo de cálculo que calcula la intensidad de una demanda de potencia reactiva que ha de ser atendida por el generador de energía, en función del valor de tensión determinado por el aparato de medición de tensión, para mantener la tensión determinada en el nivel de tensión inferior dentro de un intervalo de tensión predefinible, y
- mediante una unidad de regulación y de control que a base de la demanda de potencia reactiva calculada excita un medio del generador de energía para una recepción de potencia reactiva o un suministro de potencia reactiva.

70
75
80
La intensidad de una demanda de potencia reactiva atendida por un generador de energía de la red de suministro de energía se calcula en función del valor de tensión determinado, a fin de mantener la tensión determinada en el nivel de tensión inferior dentro de un intervalo de tensión predefinible. A base de la demanda de potencia reactiva calculada se excita un medio del generador de energía para una recepción de potencia reactiva o un suministro de potencia reactiva.

85
90
95
Por el término punto de conexión a red se entiende habitualmente la posición del punto de contaje entre el consumidor y la red así como entre el alimentador y la red. En el presente caso, se entiende por ello además también cualquier posición dentro de la red de suministro pública así como d la red de los consumidores y de los alimentadores en los que se realiza la medición de tensión.

La invención incluye adicionalmente un procedimiento para la operación de al menos un generador de energía en una red de suministro de energía eléctrica con al menos tres niveles de tensión de distinta intensidad para el suministro de energía eléctrica a consumidores, estando interconectados los dos niveles de tensión superiores a

través de un primer transformador y los dos niveles de tensión inferiores a través de un segundo transformador, en el cual el generador de energía está conectado a través de un punto de conexión a red al nivel de tensión inferior o al nivel de tensión medio, y en el cual

- 5 - se detecta una transferencia de potencia reactiva entre los dos niveles de tensión superiores al primer transformador que los interconecta,
- se determina la tensión en un primer punto de conexión a red del nivel de tensión más bajo,
- la intensidad de una demanda de potencia reactiva que ha de ser atendida por el generador de energía se calcula en función del valor de tensión determinado, para mantener la tensión determinada en el nivel de tensión más bajo dentro de un intervalo de tensión predefinible, y
- 10 - a base de la demanda de potencia reactiva calculada se excita un medio del generador de energía para una recepción de potencia reactiva o un suministro de potencia reactiva.

15 El procedimiento y el dispositivo sirven para la gestión de potencia reactiva del nivel de suministro con el objetivo de una tensión a ser posible compensada dentro del plano considerado respectivamente, especialmente cumpliendo una recepción de potencia reactiva predefinible procedente de la red superior (nivel de tensión superior).

20 Generalmente, los medios constan sustancialmente de un ondulator electrónico o un ondulator electromecánico. Por sus componentes existentes de forma inherente, como por ejemplo IGBT en los ondulatorios electrónicos o un equipo de control de corriente de excitación en un juego de máquinas, estos aparatos tienen la posibilidad de prestar una aportación de potencia reactiva (contribución VAr).

25 Por lo tanto, una capacidad existente de por sí de los aparatos se utiliza para un fin adicional, a saber, la estabilización de la red de suministro. Esto se realiza generalmente sin pérdidas en el suministro de la potencia activa. Un ondulator de p.ej. 1 MW (MVA) de potencia nominal, que a causa de la irradiación solar actual está cargado tan solo con 0,6 MVA, tiene una capacidad libre para el suministro o para la recepción de potencia reactiva con la intensidad de 0,4 MVar. Por lo tanto, en el caso del ejemplo descrito al principio, dicho ondulator puede hacerse funcionar, bajo la suspensión de su esquema de regulación habitual según la figura 1, con un cos phi capacitivo correspondiente a una alimentación de potencia reactiva, para prestar una contribución a la elevación de la tensión. Habitualmente, se intentaría cumplir mediante una reducción de tensión el intervalo de regulación del ondulator.

35 Preferentemente, se mantiene la gestión de operación del ondulator, por el equipo de regulación inherente a este, al punto de potencia máxima MPP de la instalación fotovoltaica o de la instalación de energía eólica. Adicionalmente, el ondulator debería alimentar al nivel de suministro o recibir de este una cantidad de potencia reactiva que corresponda como máximo a la diferencia de la potencia suministrada actualmente con respecto a la potencia nominal del ondulator. De esta manera, el importe de potencia reactiva se limita a la potencia restante para alcanzar la potencia nominal del ondulator, de manera que no se limita o reduce la energía generada por el generador de energía mismo. A la capacidad de potencia libre del ondulator se recurre solo para cumplir una función adicional, a saber, la del desfaseador o suministrador de potencia reactiva.

40 También puede estar previsto que la gestión de operación del ondulator prevea alimentar al nivel de suministro o recibir de este una parte de potencia reactiva predefinible hasta el punto de potencia máxima MPP, evitando la suspensión necesaria del equipo de regulación inherente. Esto resulta ventajoso si por las circunstancias actuales de la red, para el explotador de la instalación resulta más adecuado el suministro de potencia reactiva para la estabilización de la red, que la puesta a disposición de potencia reactiva para el accionamiento de máquinas o para el funcionamiento de aires acondicionados.

45 Un lugar especialmente adecuado para la colocación de un dispositivo de medición de tensión es al final de una línea en antena o, en relación con un transformador de red que alimenta una línea en bucle, en el centro de la línea en bucle o, en el caso de varios transformadores alimentadores, en la proximidad de estos. Allí se encuentran los consumidores que en el sentido de recepción normal de la red disponen de la tensión de red más baja cuando falla uno de los transformadores, por ejemplo por trabajos de mantenimiento. A causa de los otros consumidores dispuestos delante de estos, que causan una caída de tensión marginal, allí la tensión disponible generalmente es la más baja, si no se encuentra cerca un generador de energía o un suministrador de energía.

50 Las denominaciones "al final de una línea en antena y, en relación con un transformador de red que alimenta una línea en bucle, en el centro de la línea en bucle" son relativas. Si se trata por ejemplo de una línea en bucle con doscientos (200) puntos de conexión, el final ha de considerarse como un punto de conexión del último 10%, es decir, uno de los últimos veinte (20) puntos de conexión. De forma análoga, en el caso de una línea en bucle de doscientos (200) puntos de conexión, serían respectivamente los diez (10) puntos de conexión situados a la izquierda y a la derecha de los puntos de conexión de transformador.

60 Generalmente, se elige el punto de conexión a red de tensión más sensible, especialmente bajo la hipótesis de un fallo de transformador. También puede ser otro lugar, si allí está previsto por ejemplo un consumidor que hace funcionar con una alta corriente de arranque máquinas pesadas que se encienden y apagan a diario.

Alternativamente, se determina el consumidor con el mayor ancho de fluctuación durante la recepción de potencia reactiva, mientras que la medición del valor de tensión se realiza en el punto de conexión a red de dicho consumidor.

5 Generalmente, el punto de tensión más sensible está marcado por la mayor variación de tensión con respecto a una potencia eléctrica que ha de ser alimentada o recibida. Además, la variación de tensión puede definirse por un importe de cambio porcentual y no por los valores de tensión absolutos contemplados. En caso de tratarse de una línea en bucle, este es el caso frecuentemente en el centro con respecto al transformador hacia la siguiente red más alta, es decir, en el punto en el que en ambos sentidos existe la misma distancia con respecto al transformador.

10 La gestión de operación del ondulator se caracteriza porque una subtensión medida, inferior al valor umbral conduce a una alimentación de potencia reactiva por parte del ondulator. Una amenaza de sobretensión, por ejemplo al alcanzar un valor umbral superior, conduce a una recepción de potencia reactiva por el al menos un ondulator.

15 Una vigilancia más amplia del estado de tensión en la red de líneas del nivel de suministro prevé que la tensión en los puntos de conexión a red de múltiples consumidores se determina en el mismo nivel de suministro y que la gestión de operación se realiza a base de los múltiples valores de tensión. Así, en caso del conocimiento de múltiples lugares sensibles y especialmente también en caso de la existencia de múltiples generadores de energía regenerativa en puntos de conexión más separados geográficamente se puede conseguir una gestión de operación
20 óptima del estado de la red de líneas.

En caso de existir múltiples generadores de energía regenerativa con un punto de conexión a red asignado respectivamente, a la misma red de suministro, es conveniente que la parte de potencia reactiva que ha de ser
25 suministrada se divida entre los múltiples onduladores correspondientes, de tal forma que los onduladores implicados trabajen en total a ser posible con la menor pérdida posible. La característica de con la menor pérdida posible se entiende de tal forma que de entre una oferta de energía regenerativa, por ejemplo solar o eólica, se puede alimentar a la red la mayor cantidad posible de kilovatios hora. Esto permite un aprovechamiento eficiente de las capacidades de potencia reactiva disponibles. Por la misma razón, conviene que para la alimentación de potencia reactiva o la recepción de potencia reactiva se recurra preferentemente al generador de energía que esté
30 contiguo en el espacio al punto de conexión a red en el que se determina el valor de tensión y que se aproxima a un valor crítico.

Para la protección del ondulator y de la instalación fotovoltaica, el dispositivo de control presenta un limitador que aplica el importe de potencia reactiva predefinido de manera reducida de tal forma que no se sobrepase una tensión
35 máxima admisible en la salida del ondulator. Igualmente, puede ser conveniente dotar el dispositivo de control de la posibilidad de aplicar el importe de potencia reactiva definido de manera elevada de tal forma que no se quede por debajo de una tensión mínima admisible en la entrada del ondulator.

40 El dispositivo de control contiene de manera adecuada un algoritmo de regulación que mantiene la transferencia de potencia reactiva por debajo de un valor límite predefinido.

Como suministrador de energía entra en consideración también un depósito de energía que puede estar constituido por un banco de baterías. También es posible una central de bombeo o similar. Este depósito de energía puede recibir entonces a demanda potencia o potencia reactiva del nivel de tensión correspondiente o alimentarla al nivel
45 de tensión.

Puede ser conveniente si el depósito de energía o al menos uno de los suministradores de energía suministra potencia reactiva al nivel de tensión más bajo, mientras simultáneamente otro generador de energía u otro depósito de energía recibe potencia reactiva del nivel de tensión. Esto depende de la proximidad geográfica del generador de energía o suministrador de energía con respecto a los consumidores. Igualmente resulta conveniente si el depósito de energía o al menos uno de los generadores de energía suministra potencia reactiva a uno de los dos niveles de tensión más bajos, mientras simultáneamente otro generador de energía u otro depósito de energía recibe potencia reactiva de uno de los dos niveles de tensión.

50 Igualmente, una gestión de operación posible puede prever que en caso de existir una transferencia de potencia reactiva máxima admisible y un suministro de potencia reactiva máximo posible del al menos un suministrador de energía y, dado el caso, del depósito de energía previsto, y un valor de tensión medido en el margen del intervalo de tensión predefinible se genere una señal que tenga como consecuencia una reducción de potencia del suministrador de energía a favor de un suministro de potencia reactiva. La supresión de potencia debe ser tolerada aquí a favor de
60 una compensación de potencia reactiva.

A continuación se describe en detalle un ejemplo de realización de la invención con la ayuda de un dibujo. En este muestran:

65 la figura 1 un esquema de regulación de un ondulator de una instalación solar para el ajuste de un valor $\cos \phi$ a través de la tensión de salida;

la figura 2 una representación esquemática de tres niveles de suministro con sus componentes implicados;
 la figura 3 una línea en bucle con transformador de suministro y puntos de conexión a red;

5 En la figura 1 está representado un esquema de regulación del cos phi a través de la tensión de salida de ondulator U, que en principio se aplica de manera ventajosa en instalaciones FV modernas y que pretende facilitar la comprensión de la siguiente descripción.

10 Están previstos dos valores límite U_{\min} y U_{\max} que generalmente no deben rebasarse por defecto o por exceso. Entre estos valores límite marginales U_{\min} y U_{\max} se encuentra un intervalo de regulación A lineal que limitado por dos valores límite de regulación $U_{\text{regul } \min}$ y $U_{\text{regul } \max}$. En dicho intervalo A, la instalación se hace funcionar con un cos phi neutro y a la red de suministro se suministra potencia activa pura. Si el punto de operación del ondulator se encuentra con su tensión de salida en el intervalo B entre U_{\min} y $U_{\text{regul } \min}$, se suministra adicionalmente potencia reactiva VAR (amperio reactivo) a la red de suministro.

15 De forma análoga, en un punto de operación del ondulator con una tensión de salida U en el intervalo entre U_{\max} y $U_{\text{regul } \max}$, adicionalmente a la alimentación de potencia se extrae potencia reactiva VAR de la red de suministro. El punto de operación puede ajustarse a través de elementos o conmutadores semiconductores, especialmente IGBT ("Insulated Gate Bipolar Transistor" / transistor bipolar de puerta aislada), en el ondulator, especialmente por medio de un llamado regulador MPP ("Maximum Power Point" / punto de potencia máxima). En los dos valores límite superiores e inferiores hay además flancos de emergencia que no serán tratados aquí.

20 Por lo tanto, según el punto de operación resulta una recepción de potencia reactiva de la red, lo que generalmente significa una tendencia a la reducción de tensión de la tensión de red, o una alimentación de potencia reactiva que es equivalente a una elevación de tensión en el nivel de suministro al que está conectado el ondulator.

25 En la figura 2 están representados tres niveles de tensión o de suministro 1, 2, 3 de una red de suministro de energía eléctrica. En el nivel de suministro 1 se trata de un nivel de alta tensión con 220 kV, en el nivel de suministro 2 se trata de un nivel de tensión media con 20 kV y en el nivel de suministro 3 se trata de un nivel de baja tensión con 400 voltios. Un primer transformador T1 reduce la alta tensión a la tensión media. Un segundo transformador T2 reduce la tensión media a la tensión baja. Al primer transformador T1 está conectado un dispositivo de medición 4 que en el primer transformador T1 detecta la transferencia de potencia reactiva entre los dos niveles de tensión superiores 1, 2. El valor determinado de la transferencia de potencia reactiva se transmite a una unidad de cálculo 7 que se tratará con más detalle más adelante. El objetivo de la gestión de potencia reactiva del nivel de suministro 1 es no quedar en este lugar por debajo de un valor límite cos phi predefinible, por ejemplo, un cos phi de 0,95.

35 En un primer punto de conexión a red 5, por medio de un aparato de medición de tensión 6 se mide la tensión en el nivel de baja tensión 3, existente en este punto. El valor de medición correspondiente se transmite, a través de una línea de señales, al equipo de cálculo 7. En la figura 2 están representadas líneas de señales con líneas discontinuas, mientras líneas de flujo de energía están representadas con líneas continuas.

40 Un primer generador de energía EE1 que en lo sucesivo también se designa como suministrador de energía está conectado a través de otro punto de conexión a red 9 al nivel de tensión 3 más bajo. El primer generador de energía EE1 es una instalación fotovoltaica (instalación FV) con un ondulator WR que transforma la corriente continua generada en una corriente alterna. La instalación fotovoltaica puede ser una instalación de tejado habitual de las que una multiplicidad (está representado solo un segundo suministrador de energía o generador de energía EE2) están conectadas a través de una multiplicidad correspondiente de otros puntos de conexión a red 9' al nivel de tensión 3 más bajo.

45 El primer punto de conexión a red 5 al que está conectado el aparato de medición de tensión 6 puede ser al mismo tiempo también un punto de alimentación para un generador de energía EE. Adicionalmente al o en lugar del primer generador de energía EE1, a través de un segundo punto de conexión a red 11 que se encuentra en el nivel de tensión 2 medio, un generador de energía o suministrador de energía EE3 adicional puede estar conectado al nivel de tensión 2 medio. Los generadores de energía EE1 a EE3 tienen en común que pueden atender una demanda de potencia reactiva a petición o a requerimiento. Esto quiere decir que los generadores de energía EE1 a EE3 son técnicamente capaces de emitir o recibir potencia reactiva (VAR) al o del nivel de suministro 2, 3 correspondiente, a través del punto de conexión 9, 9'.

50 El equipo de cálculo 7 determina la intensidad de la demanda de potencia reactiva, que es necesaria para mantener, en función del valor de tensión determinado por el aparato de medición de tensión 6, la tensión determinada en el nivel de tensión 3 más bajo dentro de un intervalo de tensión predefinible. Se ha de respetar el cumplimiento del máximo valor admisible de la transferencia de potencia reactiva que se produce en el primer transformador T1. Si la tensión U medida en el primer punto de conexión a red 5 por ejemplo se encuentra cerca del límite inferior del intervalo de tensión predefinido, se ha de suministrar potencia reactiva VAR al nivel de tensión 3 para elevar la tensión.

65

En el caso inverso, si la tensión medida se encuentra cerca del límite superior del intervalo de tensión, debe extraerse potencia reactiva VAR del nivel de tensión. La intensidad de la potencia reactiva VAR que ha de ser recibida o extraída se determina en el equipo de cálculo 7 y se transmite a una unidad de regulación y de control 13. Esta genera una o varias señales de salida S1 a S3 que influyen en el medio de los generadores de energía EE1 a EE3, responsable de la recepción de potencia reactiva o del suministro de potencia reactiva. En instalaciones fotovoltaicas como generador de energía EE, este medio es el ondulator WR inherente a este que a través de una excitación correspondiente de los IGBT instalados es capaz de generar o recibir en el marco de su potencia nominal también potencia reactiva VAR. En ondulatorios WR mecánicos, es el ajuste de la corriente de excitación de las máquinas implicadas.

En la figura 2 está representado además un depósito de energía 15 que puede estar previsto en uno de los niveles de tensión 1 a 3 a través de un punto de conexión a red 9" propio para recibir potencia reactiva VAR del nivel de tensión 3 o alimentarla al nivel de tensión 3. En el presente caso, el depósito de energía 15 está conectado al nivel de tensión 3 más bajo, pudiendo estar previsto también en el nivel de tensión 2 medio. El depósito de energía 15 recibe su señal de control S4 igualmente de la unidad de regulación y de control 13. Existe la posibilidad de que el depósito de energía 15 o al menos uno de los generadores de energía EE1 o EE2 suministre potencia reactiva VAR al nivel de tensión 2 inferior, mientras simultáneamente otro generador de energía EE3 u otro depósito de energía recibe potencia reactiva de otro nivel de tensión. El depósito de energía 15 puede ser un dispositivo conocido de por sí, como por ejemplo un banco de baterías, una central de bombeo o una combinación de diferentes tipos de depósito de energías.

En la figura 3 está representada una línea en bucle 17 en el nivel de tensión 2 en el que están conectados un número de localidades A a K en las que la tensión se lleva al nivel de baja tensión 3 a través de transformadores adicionales, de los que solo está representada la localidad D provista del signo de referencia 18. En las localidades A, C y H están colocadas instalaciones fotovoltaicas más grandes que a través de puntos de conexión a red asignados están conectadas a la línea en bucle 17. A la línea en bucle 17 se suministra energía eléctrica por parte del nivel de alta tensión 1 a través de dos transformadores de suministro 19 y 21.

Para la ilustración del ejemplo de aplicación se parte de que el transformador 19 se somete a un mantenimiento y se desconecta de la red. Esto tendría como consecuencia que las localidades E y D alimentadas por el transformador de suministro 21 que queda disponen ya solo de un nivel de tensión en el extremo inferior de la tensión nominal de por ejemplo 20 kV. Como extremo inferior se considera por ejemplo un valor de 3% por debajo de la tensión nominal, es decir, en el presente caso de 19,4kV. La conexión de una instalación de maquinaria pesada en la localidad F, por consiguiente, conduciría a un rebase por defecto de la tensión mínima y a un centelleo de las luces en las localidades E y D. La amenaza de este estado se detecta a través de un aparato de medición de tensión 6 que está conectado a un punto de conexión a red 5, a través del que se suministra energía eléctrica a la localidad D.

El punto de conexión a red 5 se encuentra en el lado de tensión secundaria o de baja tensión del transformador 8 adicional de la localidad D, es decir, en el nivel de tensión 3 de 0,4kV. El valor de tensión medido se suministra a un equipo de cálculo 7 que a partir de ello calcula un valor de suministro de potencia reactiva para elevar la tensión en el punto de conexión a red 5. Este requerimiento se transmite a una unidad de regulación y de control 13 que a partir de ello forma una señal S que se conduce a al menos un suministrador de energía EE. En el ejemplo de realización, es la instalación fotovoltaica de gran tamaño en la localidad C que se encuentra más cerca del punto geográfico deseado de la elevación de tensión, es decir, la localidad D. La instalación fotovoltaica situada allí es ajustada entonces por la unidad de regulación y de control 13 de tal forma que capacidades de potencia no requeridas actualmente para la transformación de energía solar, es decir libres, del ondulator WR se pueden utilizar para el suministro de potencia reactiva. La aportación de suministro posible corresponde a la diferencia entre la potencia P generada y la potencia nominal del ondulator WR. Si el generador de energía EE situado allí está alimentando en ese momento su potencia nominal a la red, de manera que no se puede alimentar potencia reactiva VAR adicional, puede ser deseable reducir la potencia P a favor de un suministro de potencia reactiva. En caso de existir múltiples suministradores de energía EE, debería ser inducido a reducir su potencia reactiva, cuya aportación a la estabilización de tensión sea la más efectiva, es decir, en el ejemplo representado, la instalación fotovoltaica en la localidad C.

Generalmente, es válido que el generador de energía EE con la aportación más efectiva es aquél que se encuentre más cerca del lugar de tensión más sensible o al final de una línea en antena o cerca del centro en una línea en bucle. El lugar de tensión más sensible está definido por una desviación porcentual con respecto a la tensión nominal del nivel de suministro contemplado. El lugar de tensión más sensible depende de las circunstancias locales, es decir, de qué instalaciones industriales se encuentran en qué localidades A a K y/o qué secciones transversales de línea están tendidas, etc. Dicho lugar se determina durante un período de operación prolongado mediante la observación de los valores de tensión medios.

Aunque para mayor claridad está representado solo un único punto de conexión a red 5 con el aparato de medición de tensión 6 conectado, pueden estar presentes una multiplicidad de aparatos de medición de tensión 6 en diferentes lugares en el nivel de red 2 y/o 3 contemplado, para detectar una imagen de tensión de la zona de red total y determinar a partir de ello el importe de la demanda de potencia reactiva y el generador de energía EE más adecuado para el suministro de potencia reactiva. Puede ser necesario no solo un suministro de potencia reactiva

ES 2 708 127 T3

para elevar la tensión. También en otro lugar en la red igualmente puede ser conveniente una recepción de potencia reactiva para reducir la tensión.

5 Durante el mantenimiento del transformador 19 desconectado de la red, para la estabilización de la tensión en el bucle 17, es habitual modificar al mismo tiempo la relación de transmisión del transformador 21 que queda. La tensión entonces más alta en su punto de alimentación a la red se arrastra hasta la localidad D y contrarresta la amenaza de un rebase por defecto de la tensión por debajo del valor mínimo. De esta manera, en las localidades A y K contiguas al transformador 21 se puede producir un aumento de tensión no deseado que se puede compensar a través de una recepción de potencia reactiva por el generador de energía EE ubicado en la localidad A.

10 Si al transformador 18 adicional estuviese conectada una línea en antena, el aparato de medición de tensión 6 convenientemente se dispone en el punto de conexión a red del último consumidor, porque allí cabe esperar la menor tensión.

15 Lista de signos de referencia

	1	Nivel de tensión superior
	2	Nivel de tensión medio
	3	Nivel de tensión inferior
20	4	Equipo de medición de potencia reactiva
	5	Primer punto de conexión a red
	6	Aparato de medición de tensión
	7	Equipo de cálculo
	9, 9', 9"	Punto de conexión a la red
25	11	Segundo punto de conexión a la red
	13	Unidad de regulación y de control
	15	Depósito de energía
	17	Línea en bucle
	18	Transformador de la localidad D
30	19	Primer transformador de suministro
	21	Segundo transformador de suministro
	EE	Generador de energía
	V	Consumidor
	P	Potencia
35	VAr	Potencia reactiva
	T1	Primer transformador
	T2	Segundo transformador
	WR	Ondulador
	A-K	Localidades
40	S, S1, S2, S3, S4	Señal de salida

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la operación de al menos un generador de energía (EE1, EE2, EE3) en una red de suministro de energía eléctrica con al menos tres niveles de tensión (1, 2, 3) de distinta intensidad para el suministro de energía eléctrica a consumidores, estando interconectados los dos niveles de tensión superiores a través de un primer transformador (T1) y los dos niveles de tensión inferiores a través de un segundo transformador (T2), en el cual el generador de energía (EE1, EE2, EE3) está conectado a través de un punto de conexión a red (5, 9, 9', 9'') al nivel de tensión inferior (3) o al nivel de tensión medio (2), caracterizado por
- un equipo de medición (4) que detecta la transferencia de potencia reactiva entre los dos niveles de tensión superiores (1, 2) en el primer transformador (T1),
 - un aparato de medición de tensión (6) que determina la tensión en un primer punto de conexión a red (5) del nivel de tensión inferior (3),
 - un equipo de cálculo (7) que calcula la intensidad de una demanda de potencia reactiva que ha de ser atendida por el generador de energía (EE1, EE2, EE3), en función del valor de tensión determinado por el aparato de medición de tensión (6), para mantener la tensión determinada en el nivel de tensión inferior (3) dentro de un intervalo de tensión predefinible, y
 - por una unidad de regulación y de control (13) que a base de la demanda de potencia reactiva calculada excita un medio (WR) del generador de energía (EE1, EE2, EE3) para una recepción de potencia reactiva o un suministro de potencia reactiva.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el equipo de regulación y de control (13) contiene un algoritmo de regulación que mantiene la transferencia de potencia reactiva por debajo de un valor límite predefinido.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, con un depósito de energía (15) conectado a uno de los niveles de tensión (1, 2, 3), que a requerimiento del equipo de regulación (7) recibe potencia (P) del nivel de tensión (1, 2, 3) correspondiente o la alimenta al nivel de tensión (1, 2, 3).
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, con un depósito de energía (15) conectado a uno de los niveles de tensión (1, 2, 3), que recibe potencia reactiva (VAr) del nivel de tensión (1, 2, 3) correspondiente o la alimenta al nivel de tensión (1, 2, 3).
5. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el medio comprende componentes eléctricos de un ondulator (WR), especialmente IGBT.
6. Procedimiento para la operación de al menos un generador de energía (EE1, EE2, EE3) en una red de suministro de energía eléctrica con al menos tres niveles de tensión (1, 2, 3) de distinta intensidad para el suministro de energía eléctrica a consumidores, estando interconectados los dos niveles de tensión superiores (1, 2) a través de un primer transformador (T1) y los dos niveles de tensión inferiores (2, 3) a través de un segundo transformador (T2), en el cual el generador de energía (EE1, EE2, EE3) está conectado a través de un punto de conexión a red (5, 9, 9', 9'') al nivel de tensión inferior (3) o al nivel de tensión medio (2), y en el cual
- se detecta una transferencia de potencia reactiva entre los dos niveles de tensión superiores (1, 2) al primer transformador (T1) que los interconecta,
 - se determina la tensión en un primer punto de conexión a red (5) del nivel de tensión (3) más bajo,
 - la intensidad de una demanda de potencia reactiva que ha de ser atendida por el generador de energía (EE1, EE2, EE3) se calcula en función del valor de tensión determinado, para mantener la tensión determinada en el nivel de tensión (3) más bajo dentro de un intervalo de tensión predefinible, y
 - a base de la demanda de potencia reactiva calculada se excita un medio (WR) del generador de energía (EE1, EE2, EE3) para una recepción de potencia reactiva o un suministro de potencia reactiva.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que en caso de existir múltiples generadores de energía (EE1, EE2, EE3) es inducido a reducir su potencia aquél, cuya aportación a la estabilización de tensión es la más efectiva
8. Procedimiento según la reivindicación 6 o 7, en el que
- la gestión de operación de un ondulator (WR) como medio del generador de energía (EE1, EE2, EE3) para una recepción de potencia reactiva o un suministro de potencia reactiva es mantenida, por la regulación inherente al ondulator (WR), en el punto de potencia máxima (MPP) en instalaciones fotovoltaicas o eólicas, y
 - el ondulator (WR) adicionalmente alimenta al o recibe del nivel de suministro una cantidad de potencia reactiva (VAr) que corresponde como máximo a la diferencia entre la potencia (P) suministrada actualmente y la potencia nominal del ondulator (WR).
9. Procedimiento según las reivindicaciones 6, 7 u 8, en el que potencia reactiva (VAr) de un depósito de energía (15) o de al menos uno de los generadores de energía (EE1, EE2, EE3) es suministrada a uno de los dos niveles de

tensión inferiores (2, 3), mientras simultáneamente es recibida por otro generador de energía (EE1, EE2, EE3) potencia reactiva (VAr) de uno de los dos niveles de tensión inferiores (2, 3).

- 5 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 9, en el que en caso de existir una transferencia de potencia reactiva máxima admisible o un suministro de potencia reactiva máximo posible o una recepción de potencia reactiva máxima posible del al menos un generador de energía (EE1, EE2, EE3) y, dado el caso, del depósito de energía (15), y en caso de existir un valor de tensión medido en el margen del intervalo de tensión predefinible, por la unidad de regulación y de control (13) es generada una señal que tiene como consecuencia una reducción de potencia del generador de energía (EE1, EE2, EE3) a favor de un suministro de potencia reactiva o de un recepción de potencia reactiva.
- 10

Fig. 1

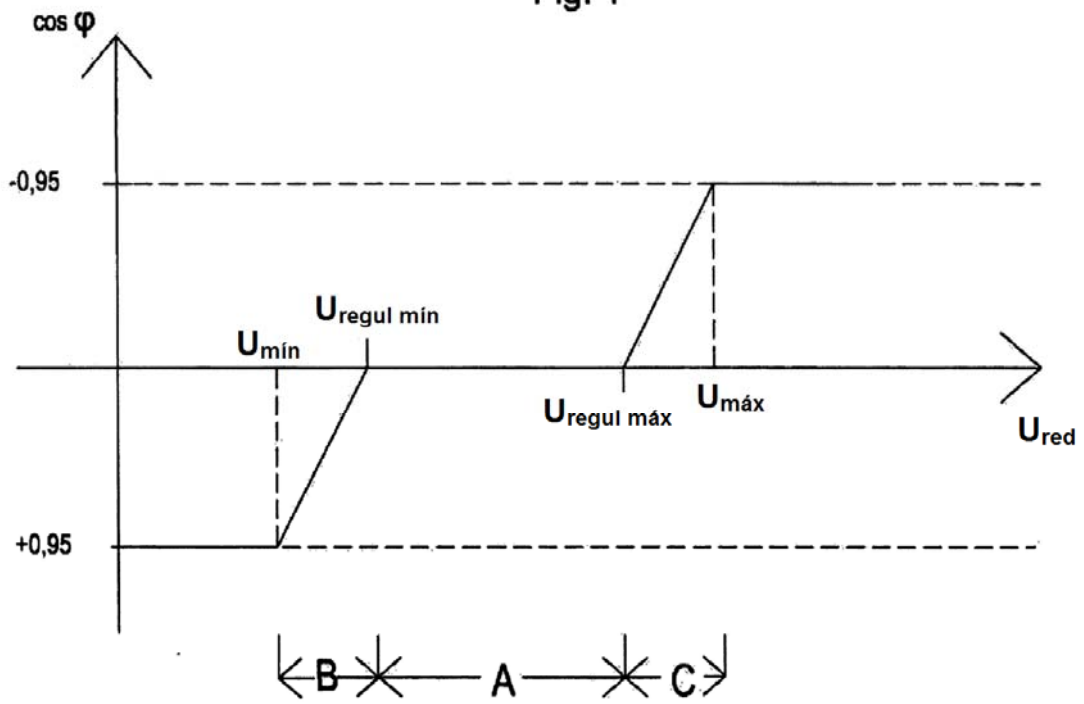


Fig. 2

