

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 860**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/40**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2007 PCT/EP2007/009005**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2008 WO08049541**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2007 E 07819073 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2087571**

54 Título: **Convertidor con ángulo de fases controlable**

30 Prioridad:

**24.10.2006 DE 102006050077**

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

**20.06.2017**

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)  
Überseering 10  
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**FORTMANN, JENS y  
LETAS, HEINZ-HERMANN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 617 860 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**

Convertidor con ángulo de fases controlable

La invención se refiere a un convertidor, en particular para instalaciones de energía eólica, con un generador accionado a través de un rotor eólico, para la alimentación de potencia eléctrica a una red, en el que el convertidor presenta una entrada de control para un ángulo de fases de la potencia eléctrica cedida a la red.

Para la alimentación de potencia eléctrica a una red se emplean cada vez más convertidores, precisamente en centrales eléctricas que alimentan de forma descentralizada. Son especialmente adecuadas para la utilización con generadores de velocidad variable, como están previstos en instalaciones modernas de energía eólica. En este caso, para la alimentación de la corriente de frecuencia variable generada por el generador, es necesaria una conversión a la frecuencia de la red de suministro de frecuencia variable (normalmente 50 Hz). En el caso de averías de la red, se puede producir un salto en la posición de las fases de la tensión. Se ha mostrado que los saltos de fases pueden tener consecuencias negativas sobre los convertidores de la misma manera que las irrupciones de la tensión. Por lo tanto, en los convertidores convencionales en el caso de un salto de fases se pueden producir sobrecorrientes, con lo que se activan instalaciones de protección del convertidor, como por ejemplo su circuito Crowbar. La activación de las instalaciones de protección modifica el momento de freno del convertidor y del generador conectado en él, con lo que se producen repercusiones no deseadas sobre la parte mecánica. Pueden aparecer oscilaciones de par de torsión en el generador y su sección de accionamiento, que pueden conducir a desgaste elevado o incluso a fallo. Se ha intentado evitar a través de circuitos adicionales especiales una activación de las instalaciones de protección del convertidor. Así, por ejemplo, se puede prever en un circuito intermedio del convertidor un limitador, que limita sobretensiones o bien sobrecorrientes que aparecen en virtud de saltos de fases ya en el circuito intermedio. Los circuitos adicionales elevan, sin embargo, el gasto de fabricación y encarecen de esta manera el convertidor. Además, están limitados en su capacidad de potencia, de manera que a menudo no son suficientes en el caso de potencias altas. Además, una conexión frecuente de la instalación de protección puede limitar su duración de vida en virtud de las repercusiones sobre los componentes mecánicos.

La publicación de patente EP 1 168 566 A2 muestra una solución, en la que un salto de fases en la red se reconoce como fallo. Como respuesta a este fallo se activa un convertidor de manera que el ángulo de fases del convertidor se sincroniza totalmente con el de la red después del salto de fases.

Las publicaciones US 2003/0198065, EP 1 561 946 A2 y US 5.883.796 muestran igualmente soluciones, en las que los convertidores, cuando reconocen fallos de la red con desviaciones de fases, los corrigen.

La invención tiene el cometido de indicar un convertidor o bien una instalación de energía eólica con un convertidor de este tipo así como un procedimiento para el funcionamiento, con los que se consigue un comportamiento mejorado en el caso de saltos de fases en la red.

La solución de acuerdo con la invención se basa en las características de las reivindicaciones independientes. Los desarrollos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

En un convertidor, especialmente en instalaciones de energía eólica con un generador accionado a través de un rotor eólico, para la alimentación de potencia eléctrica a una red, en el que el convertidor presenta una entrada de control para un ángulo de fases de la potencia eléctrica cedida a la red, de acuerdo con la invención está prevista una instalación de regulación de fases, que presenta un detector de fallos de la red, un detector del ángulo de las fases y un generador del ángulo teórico, de manera que este último presenta un módulo de procesamiento de señales, que está configurado para determinar en el caso de fallos de la red a partir de la señal del fallo de las fases del detector del ángulo de las fases una señal para un ángulo de previsión del convertidor, que se aplica a través de una línea de control a la entrada de control del convertidor.

El núcleo de la invención es la idea de detectarla modificación de la posición de las fases que conduce a la avería de la red y crear la base para un control del ángulo de fases del convertidor. La aparición de la avería se determina por medio del detector de fallos de la red, para determinar, cuando se reconoce una avería, una señal de fallo de las fases por medio del detector del ángulo de fases a partir de la posición de las fases en la red antes y después de la entrada de la avería. Por medio del módulo de procesamiento de señales se determina sobre la base de la diferencia de las fases un ángulo, que se calcula con preferencia de tal manera que al final de la avería de la red y de la fase de desacoplamiento no se produce ninguna modificación o una modificación lo más reducida posible de la alimentación de la potencia efectiva. Este ángulo se aplica como ángulo de previsión en la entrada de control del convertidor.

Convencionalmente, a la entrada de una avería de la red se reconoce una modificación de la fase sólo con demora y en concreto especialmente cuando se realiza de forma repentina. Si no se tiene en cuenta inmediatamente la fase modificada, el convertidor alimenta la red con posición falsa de la fase. Pero los reguladores de la corriente efectiva y de la corriente ciega previstos en el convertidor solamente trabajan correctamente con posición correcta de la fase.

Si la posición de la fase no coincide, sólo se puede alimentan menor corriente efectiva que la prevista a la red, pudiendo suceder incluso que se tome corriente efectiva de forma parásita desde la red en lugar de alimentarla. Como consecuencia de la alimentación demasiado reducida (o bien de la toma parásita), se eleva el nivel de energía en el circuito intermedio del convertidor, con lo que se produce sobretensión o bien sobrecorriente en el circuito intermedio. Éstas tienen como consecuencia una activación de las instalaciones de protección, como el encendido del Crowbar con las repercusiones negativas descritas al principio sobre la sección de accionamiento y el generador.

La invención ha reconocido ahora que con la previsión seleccionada del ángulo de las fases se reducen al mínimo las repercusiones perjudiciales de la fase de desacoplamiento al final de la avería sobre el convertidor y su regulación, en particular su regulación de la corriente efectiva. El ángulo de previsión se puede seleccionar de tal manera que en el caso de un retorno en un valor determinado del ángulo, se mantenga inalterada la cesión de potencia efectiva. Si se produce, por ejemplo, un salto de fases como consecuencia de la avería de la red de aproximadamente +25 grados, entonces se ajusta el ángulo de previsión del convertidor a un valor de +12,5 grados; de esta manera se consigue que al final de la avería de la red, en el caso de un retorno de fases de nuevo de 25 grados, el ángulo de las fases del convertidor presenta un valor de -12,5 grados con respecto a la red, es decir, que la potencia efectiva se mantiene constante. A tal fin, el módulo de procesamiento presenta de manera más conveniente un módulo de previsión, que está configurado para determinar un ángulo de previsión a partir de la señal de fallo de fases.

De manera más conveniente, el módulo de previsión está configurado como un divisor y en concreto con preferencia con un divisor de 2. Esto se basa en el reconocimiento de que con frecuencia al final de la avería de la red hay que contar con un retorno de la fase en un valor angular tal que corresponde al valor del salto de fases que aparece al comienzo de la avería. Entonces es conveniente seleccionar el ángulo previsión de la mitad del valor que el salto de fases que aparece inicialmente. Esto se puede realizar con un divisor por 2 de una manera sencilla y conveniente.

Con preferencia, adicionalmente está previsto un miembro de curva característica, que limita el ángulo de previsión a valores límites ajustables. De esta manera se pueden tener en cuenta limitaciones de la instalación de energía eólica y de su convertidor con respecto al ángulo posible de las fases. En particular, ha dado buen resultado prever como valores límites aquellos ángulos que corresponden al valor máximo de la potencia aparente del convertidor. Además, se puede prever que el miembro de línea característica esté provisto con una memoria para zonas de potencia efectiva y de potencia ciega admisibles, desde la que se pueden llamar los valores límites dinámicamente en fundición de la potencia respectiva. De esta manera se posibilita adaptar los valores límites respectivos a la situación actual de la potencia del convertidor o bien de su instalación de energía eólica.

El detector del ángulo de fases puede estar provisto con un generador de ondas maestras, que está sincronizado a la frecuencia de la red. De esta manera se posibilita obtener, también en el caso de frecuencia de la red ruidosa, una curva más limpia de las fases, sobre cuya base se puede determinar con más exactitud el salto de fases. La exactitud y la rapidez de la determinación de la señal de fallo de fases se elevan de esta manera. Es conveniente una realización del generador de ondas maestras como un circuito-PLL. Éste posibilita una detección más exacta también en el caso de frecuencia de la red variable caso estacionaria.

De acuerdo con una forma de realización especialmente ventajosa, que merece, dado el caso, protección independiente, el detector de fallos de la red presenta una instalación para el reconocimiento del retorno de la tensión de la red y una instalación de conmutación, que está conectada en la entrada de control del convertidor y está configurada para aplicar, durante el retorno, la señal de frecuencia de referencia en la entrada de control. De esta manera, se posibilita ajustar, durante el retorno de la tensión de la red en el convertidor de nuevo aquella posición de las fases que ha predominado antes de la aparición de la avería. De esta manera en todos los casos, en los que la fase de la red adopta, al término de la avería, de nuevo el valor original antes de la avería, está disponible la posición correcta de las fases inmediatamente después del retorno de la tensión. Esto se aplica cuando la fase no retorna de nuevo exactamente, sino que permanece un fallo reducido de las fases. El convertidor puede alimentar entonces sin más demora potencia efectiva máxima a la red.

La mayoría de las veces sucede que la señal de frecuencia de referencia está sincronizada con la tensión original de la red. No obstante, puede estar previsto que la señal de frecuencia de referencia se desvíe de ella. Esto se aplica especialmente con relación a la fase. Así, por ejemplo, la fase de la señal de frecuencia de referencia puede presentar una desviación con respecto a la inductiva. Puesto que cuando se restablece la tensión existe con frecuencia un ángulo inductivo de las fases, se facilita una conexión del convertidor durante el retorno de la tensión. Con preferencia, el convertidor presenta una unidad de seguridad, que está configurada para determinar la diferencia del ángulo de las fases entre la red y el inversor del lado de la red antes y después del retorno de la tensión de la red. De esta manera se consigue que en el caso de una diferencia de fases, que se incrementa con el retorno de la tensión de la red, se pueda desconectar el inversor del convertidor. De este modo se consigue, también con una curva desfavorable de la avería, una protección máxima de los componentes del convertidor.

Con preferencia, como generador de la señal de frecuencia de referencia está previsto un circuito-PLL con una

instalación de marcha libre, que está conectada a la frecuencia de la red y se desacopla en el caso de fallo de la red por medio de la instalación de marcha libre. De este modo se puede generar de forma sencilla la señal de frecuencia de referencia a partir de la frecuencia de la red y se puede mantener durante el periodo de tiempo de un fallo de la red.

5 La invención se refiere, además, a una instalación de energía eólica con un convertidor como se ha descrito anteriormente para la alimentación de potencia eléctrica a una red. Además, la invención se refiere a un procedimiento correspondiente para el funcionamiento del convertidor. Para la explicación detallada se remite a las formas de realización anteriores.

10 A continuación se describe la invención con referencia al dibujo adjunto, en el que se representan ejemplos de realización ventajosos. En este caso:

15 La figura 1 muestra una representación esquemática de conjunto de una instalación de energía eólica conectada en una red de suministro.

La figura 2 muestra una vista del circuito de un convertidor de acuerdo con un primer ejemplo de realización de la invención para la instalación de energía eólica representada en la figura 1.

20 La figura 3 muestra una vista parcial del circuito de una variación para un segundo ejemplo de realización.

La figura 4 muestra un diagrama con una representación de la posición de las fases durante una avería de la red.

25 La figura 5 muestra un diagrama con falos del ángulo durante una avería de la red Fig. 4; y

La figura 6 muestra un diagrama de la potencia con porción activa y porción ciega.

30 Una instalación de energía eólica que presenta un convertidor de acuerdo con la invención se representa de forma esquemática en la figura 1. Está provista, en general, con el número de referencia 1. Presenta de manera conocida en sí y, por lo tanto, no es necesario explicarlo en detalle, una góndola 11 dispuesta de forma giratoria sobre una torre 10. En su lado frontal está dispuesto un rotor eólico 2 de forma giratoria. Éste acciona a través de un árbol de rotor un generador 3. Éste puede estar realizado especialmente como máquina síncrona, máquina asíncrona (acoplada, respectivamente, a través de un convertidor con la red), pero con preferencia como máquina asíncrona alimentada doble. Un estator del generador 3 está conectado directamente o a través de un transformador (no representado) con una línea de conexión trifásica en una red 9 de la instalación de energía eólica 1. Un rotor (no representado) del generador 3 está conectado con un extremo del lado del generador de un convertidor 4, cuyo otro extremo del lado de la red está conectado en la red 9. Además, está previsto un control 5 para el funcionamiento del convertidor 4.

40 La estructura y el modo de funcionamiento del convertidor 4 se explican con la ayuda del ejemplo de la instalación de energía eólica. La invención puede encontrar aplicación también en otros tipos de generadores para energía eléctrica, que prevén un convertidor para la alimentación de la potencia eléctrica en la red. El convertidor 4 sirve principalmente para convertir potencia eléctrica generada por el generador 3 accionado con velocidad variable con frecuencia variable, de tal manera que se puede ceder en frecuencia adaptada a una red de suministro 9 de frecuencia fija. En la figura 2 se representa el caso de aplicación, en el que el convertidor 4 está conectado en un generador asíncrono 3 alimentado doble. En el extremo 40 del lado del generador del convertidor 4 está conectado un rotor 31 del generador asíncrono 3 alimentado doble. En un extremo 49 del lado de la red está conectada la red de alimentación 9. El estator 32 del generador 3 está conectado directamente en la red de suministro eléctrico

50 El convertidor 4 presenta como componentes principales un inversor del lado del generador, que trabaja como rectificador 41, un inversor 43 en el lado de la red así como un circuito intermedio 42 dispuesto en medio como conexión. El rotor 31 del generador 3 está conectado en el inversor 41 del lado del generador. En este lugar se puede disponer un llamado circuito Crowbar 8 como protección contra sobrecarga. El circuito Crowbar 8 está configurado para cortocircuitar el rotor 31 y de esta manera impedir la aparición de sobretensión perjudicial. La estructura y el modo de funcionamiento del circuito Crowbar 8 se conocen a partir del estado de la técnica y, por lo tanto, no necesitan explicación detallada. El inversor 41 del lado del generador provoca una rectificación completa para la corriente trifásica alimentada por el rotor 31. El circuito intermedio 42 está realizado como circuito intermedio de tensión continua. Presenta un condensador 46 como acumulador de energía. El inversor 43 en el lado de la red presenta seis elementos de conmutación controlables, con preferencia IGBT, en disposición de puente completo. Los IGBT son activados de manera conocida en sí por el control 5 del convertidor, de tal manera que se genera un corriente alterna con frecuencia y posición de fases ajustables. La frecuencia y la posición de las fases son previstas en este caso por el control 5, de tal manera que coinciden con las de la red de suministro 9. Adicionalmente, está prevista una entrada de control 44 para la previsión externa del ángulo de fases a través de una línea de control 47.

La red de alimentación 9 está conectada en la conexión de salida 49 del convertidor 4, alimentada por el inversor 43 del lado de la red y en concreto directamente o a través de un transformador (no representado). A través del convertidor 4 se alimenta de esta manera energía eléctrica generada por el rotor 31 del generador 3 hasta la red de suministro 9 (según el punto de funcionamiento del generador 3 se puede invertir también el flujo de potencia).

En la red de suministro eléctrico, una parte de registradores 60 para la posición de las fases de la tensión y de la corriente está dispuesta en la red de suministro 9. Por razones de claridad, la pareja de registradores 60 se representa sólo en una fase, las fases restantes están equipadas de manera correspondiente. La pareja de registradores 60 genera una señal de entrada para una instalación de ajuste de las fases 6, que se explica en detalle a continuación. La instalación de ajuste de las fases 6 comprende un detector del ángulo de fases 61, un detector de fallos de la red 63, una unidad de cálculo de errores del ángulo 65 y un módulo de procesamiento de señales 67, en cuya salida se emite un valor de previsión para el ángulo de fases del convertidor 4. La salida está conectada a través de la línea de control 47 con la entrada de control 44 del convertidor 4. El módulo de procesamiento de señales 67 contiene un módulo de previsión realizado como divisor 69. El divisor 69 está configurado para dividir por dos el valor del ángulo suministrado por el módulo de errores del ángulo 65, y para emitirlo como ángulo de previsión a través de la línea de control 47.

A continuación se explica en detalle el modo de funcionamiento con referencia adicional a las figuras 4 y 5. Se supone que podría conducir a una avería de la red en virtud de una modificación de la posición de las fases de la tensión. Supongamos la entrada de una avería en el instante  $t = t_0 = 0,2$  seg. En este instante, el ángulo de las fases salta inductivamente un importe de aproximadamente 17 grados. La entrada de la avería se determina a través del detector de fallos de la red 63 y al mismo tiempo se determina a través del detector del ángulo de fases 61 el salto absoluto de las fases. Teniendo en cuenta la frecuencia actual de la red, se corrigen a través del módulo de errores del ángulo 65 los datos del ángulo determinados por el detector del ángulo de las fases 61 con la frecuencia de la red, y se coloca el ángulo inicial en 0 grados. De esta manera resulta una representación del ángulo de la red representada en la figura 5, que puede ser evaluada para el módulo siguiente de procesamiento de señales 67. Como se reconoce fácilmente a partir de la representación en la figura 5, el error del ángulo de la fase, corregido a la frecuencia de la red es 17 grados. Este valor se aplica como señal de error de las fases en el módulo de procesamiento de señales 67. Por medio del divisor 69 se calcula a partir de ellos un valor de previsión de 8,5 grados. Este ángulo de previsión se emite en la salida del módulo de procesamiento de señales 67 y se aplica a través de un miembro de líneas características 64 para la limitación de las magnitudes y la línea de control 47 en la entrada de control 44 del convertidor 4. Éste ajusta un ángulo de control de 8,5 grados inductivamente en el convertidor. De esta manera resulta un punto de funcionamiento, que está sobre la recta representada con trazos en la figura 6. Este ajuste del convertidor 4 es opcional en el sentido de que en el caso de un retorno de la fase al final de la avería de la red (ver  $t = 3,8$  seg. en las figuras 4 y 5), resulta una modificación del ángulo en el convertidor en la altura de 17 grados en dirección capacitiva, lo que conduce a partir de dicho error de las fases de 8,5 grados inductivos a un nuevo ángulo de las fases de 8,5 g capacitivos, como se representa a través de la línea de puntos y trazos en la figura 6. La cesión de potencia efectiva, que está simbolizada, a través de la línea continua horizontal en la figura 6, no se modifica a través de la modificación de la posición de las fases que se realiza simétricamente al eje de potencia efectiva. Puesto que de esta manera la cesión de potencia efectiva del convertidor 4 permanece inalterada en la red 9, permanece estable como consecuencia también la tensión en el circuito intermedio 42 del convertidor. El descarrilamiento de la regulación de la potencia efectiva, que aparece con frecuencia en esta situación en convertidores según el estado de la técnica se puede evitar de esta manera. Con ello se impide también un encendido de la Crowbar 8 para la protección contra sobretensión perjudicial en el circuito intermedio 42. Gracias a la invención, el convertidor 4 alimenta, durante el retorno de la tensión de la red, sin interferencia o interrupción en adelante potencia efectiva a la red. El funcionamiento de la instalación de energía eólica puede proseguir sin que se produzcan, a través de un encendido no deseado de la Crowbar 8, repercusiones sobre el generador 3 y su sección de accionamiento.

De manera más conveniente, en el convertidor está prevista una unidad de seguridad 48. Ésta sirve para detectar, utilizando los datos del ángulo calculados por la instalación de ajuste de las fases, la curva de la diferencia del ángulo de las fases cuando retorna la tensión de la red. La unidad de seguridad 48 actúa sobre el inversor 43 del lado de la red y lo puede desconectar cuando se reconoce la situación de fallo. La unidad de seguridad 48 está configurada para desconectar el inversor 43 del lado de la red cuando durante el retorno de la tensión de la red, no se reduce la diferencia de fases entre el inversor 43 del lado de la red y la red 9, sino que se incrementa. De esta manera se consigue también en casos extraordinarios una protección máxima de los componentes.

Un segundo ejemplo de realización se basa en el primer ejemplo de realización y se complementa con componentes representados en la figura 3. Los elementos coincidentes están provistos con los mismos números de referencia. Se prescinde de una nueva explicación haciendo referencia a la explicación dada anteriormente. En el segundo ejemplo de realización, está previsto adicionalmente un generador de frecuencia de referencia realizado como circuito de sincronización de seguimiento (circuito-PLL) 66. Su entrada está impulsada con un valor de medición para la fase de la red 9. El circuito-PLL 66 está impulsado con el ángulo de referencia determinado por el detector del ángulo de fases 61. A través de la instalación de marcha libre 62 se desacopla cuando se reconoce un fallo de la red y oscila

5 en adelante libremente. Además, está prevista una instalación 64 para el reconocimiento del retorno de la tensión de la red. En el ejemplo de realización, está realizada como convertidor del valor umbral, que emite una señal de salida para el retorno de la red cuando retorna el ángulo de fases por encima de un umbral ajustable. Esta señal se aplica a una entrada de control de una instalación de conmutación 68. Si se activa la instalación de conmutación 68, se conmuta la señal de frecuencia de la red transferida por el circuito-PLL y se aplica en la entrada de control 44 del convertidor 4. El modo de funcionamiento de esta variante es el siguiente. Por medio del circuito-PLL 66 se actualiza el ángulo de la red durante la avería en la red 9. Si se produce al final de la avería en la red 9 un retorno del ángulo de las fases (ver el instante t1 en la figura 5), se reconoce esto a través de la instalación de reconocimiento 64. Emite una señal de ajuste correspondiente sobre la instalación de conmutación 68, con lo que se conecta la señal de salida del circuito-PLL 66 como señal de control sobre el convertidor 4. De esta manera, se consigue que el convertidor 4 se pueda orientar inmediatamente de nuevo a la frecuencia de la red preparada como referencia a través del circuito-PLL 66. El convertidor 4 se puede sincronizar de esta manera más rápidamente de nuevo con la red, con lo que se acorta claramente un eventual proceso de estabilización. De este modo se puede emplear inmediatamente de nuevo la regulación de la potencia efectiva del convertidor 4 sin demora.

10

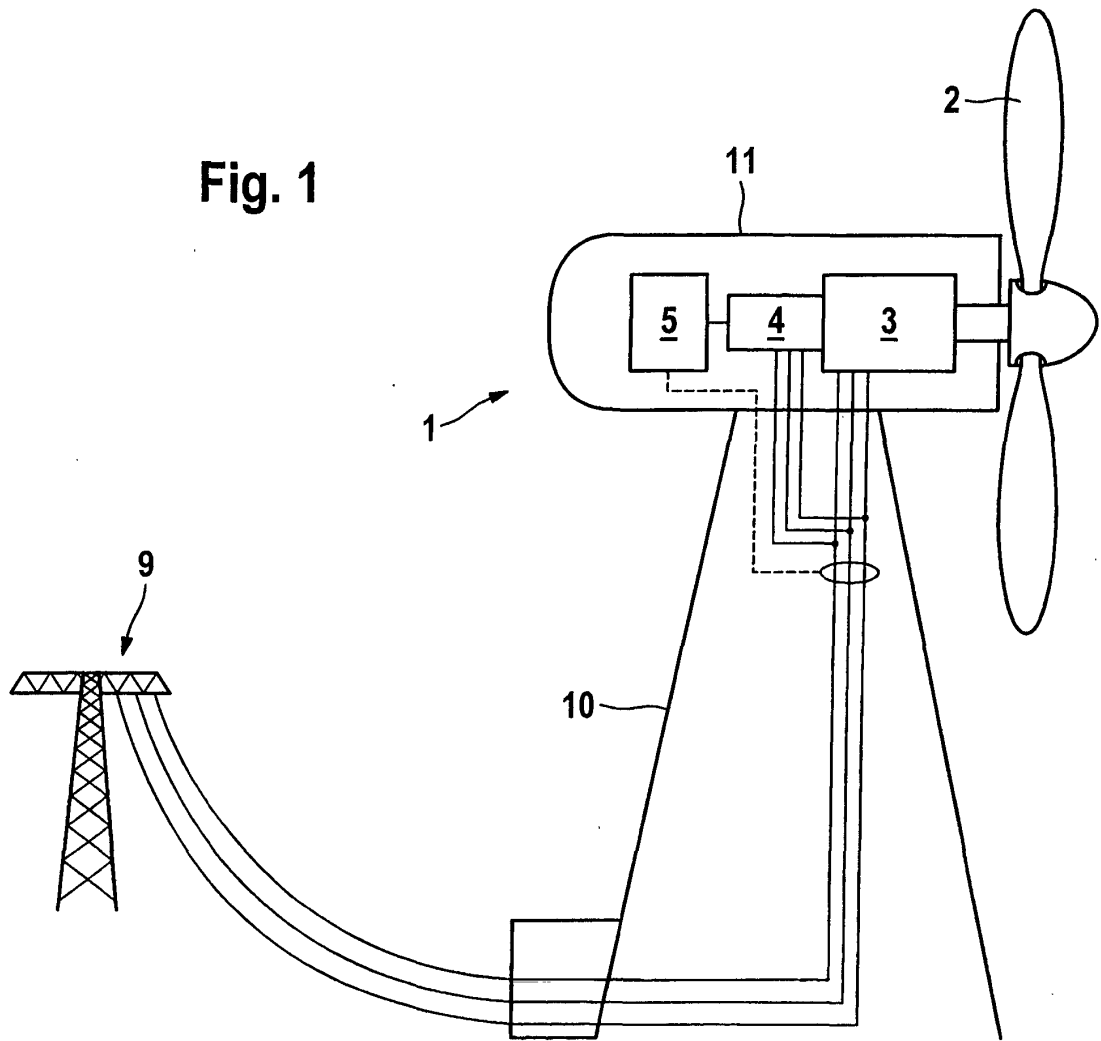
15

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Convertidor, especialmente para instalaciones de energía eólica con un generador (3) accionado a través de un rotor eólico (2), para la alimentación de potencia eléctrica a una red (9), en el que el convertidor (4) presenta una  
 5 entrada de control (44) para un ángulo de fases de la potencia eléctrica cedida a la red (9), y está prevista una instalación de ajuste de fases, que presenta un detector de fallos de la red (63), un detector del ángulo de las fases (61) y un módulo de procesamiento de señales (67), caracterizado por que el ángulo de las fases (61) colabora con el detector de fallos de la red (63), de tal manera que se compara el ángulo de las fases antes y durante el fallo de la red entre sí y a partir de ello se genera una señal de errores de las fases de acuerdo con un error de las fases, y el  
 10 módulo de procesamiento de señales (67) presenta, además, un módulo de previsión, que está configurado para calcular a partir de la señal de errores de las fases calculada a partir del detector del ángulo de las fases (61) una señal del ángulo de previsión de acuerdo con un ángulo de previsión, que se aplica como ángulo de previsión sobre una línea de control (47) a la entrada de control (44) para el ángulo de las fases de la potencia eléctrica del convertidor (4) cedida a la red (9), en el que el ángulo de previsión está en una relación correspondiente al divisor menor que el error de las fases.
- 2.- Convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el divisor (69) está configurado como un divisor de 2.
- 3.- Convertidor de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que adicionalmente está previsto un miembro de líneas características (64), que limita el ángulo de previsión a valores límites ajustables.
- 4.- Convertidor de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que el miembro de líneas características (64) está provisto con una memoria para zonas de potencia activas y ciegas, a partir de la cual se pueden llamar los  
 25 valores límites dinámicamente en función de la potencia respectiva.
- 5.- Convertidor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el detector del ángulo de fases (61) está provisto con un generador de ondas maestras, que está sincronizado a la frecuencia de la red.
- 6.- Convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el detector de fallos de la red (63) colabora con una instalación para el reconocimiento de un retorno de la tensión de la red (64) y está prevista una instalación de conmutación (68) que está configurada para aplicar durante el retorno de la red una señal de frecuencia de referencia a la entrada de control (44) del convertidor (4).
- 7.- Convertidor de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que la señal de frecuencia de referencia está configurada para reproducir la frecuencia de la red.
- 8.- Convertidor de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, caracterizado por que para la formación de la señal de frecuencia de resonancia está previsto 66 un circuito-PLL.
- 9.- Convertidor de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que está prevista una instalación de marcha libre (62) para el circuito-PLL (66), que está activado por el detector de fallos de la red (63).
- 10.- Convertidor de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por que está prevista una unidad de seguridad (48), que está configurada para determinar la diferencia del ángulo de fases entre la red (9) y el inversor (43) del lado de la red antes y después del retorno de la tensión de la red y para desconectar el inversor (43) del lado de la red a medida que se eleva la diferencia del ángulo de fases.
- 11.- Instalación de energía eólica con un generador (3) accionado a través de un rotor eólico (2) y un convertidor (4) para la alimentación de potencia eléctrica a una red (9), en la que el convertidor presenta una entrada de control (44) para un ángulo de fases de la potencia eléctrica cedida a la red (9).y está prevista una instalación de ajuste de las fases, y está prevista una instalación de ajuste de las fases, que presenta un detector de fallos de la red (63), un detector del ángulo de las fases (61) y un módulo de procesamiento de señales (67), caracterizado por que el detector del ángulo de las fases (61) colabora con el detector de fallos de la red (63) de tal manera que se compara el ángulo de las fases antes y durante el fallo de la red entre sí y a partir de ello se genera una señal de errores de las fases de acuerdo con un error de las fases y el módulo de procesamiento de señales (67) presenta, además, un módulo de previsión, que está configurado para calcular a partir de la señal de errores de las fases calculada a partir del detector del ángulo de las fases (61) por medio de un divisor (69) una señal del ángulo de previsión de acuerdo con un ángulo de previsión, que se aplica como ángulo de previsión sobre una línea de control (47) a la entrada de control (44) para el ángulo de las fases de la potencia eléctrica del convertidor (4) cedida a la red (9), en el que el  
 50 ángulo de previsión está en una relación correspondiente al divisor menor que el error de las fases.
- 12.- Procedimiento para el funcionamiento de un convertidor, especialmente para instalaciones de energía eólica con un generador (3) accionado a través de un rotor eólico (2), para la alimentación de potencia eléctrica a una red

- 5 (9), en el que se aplica una señal de control para un ángulo de fases de la potencia eléctrica a ceder a la red en una entrada de control (4) del convertidor (44) y se realiza un reconocimiento de fallos de la red, caracterizado por calcular un error del ángulo de las fases en la red averiada, comparar este ángulo de fases con el ángulo de fases antes del fallo de la red, generar una señal de errores de fases a partir de ello y determinar un ángulo de previsión para el convertidor (4) a partir de la señal de errores de fases calculada por medio de un divisor, y aplicar el ángulo de predicción como ángulo de previsión en la entrada de control (44) para el ángulo de las fases de la potencia eléctrica del convertidor (4) cedida a la red (9), en el que el ángulo de previsión está en una relación correspondiente al divisor menor que el error de las fases.







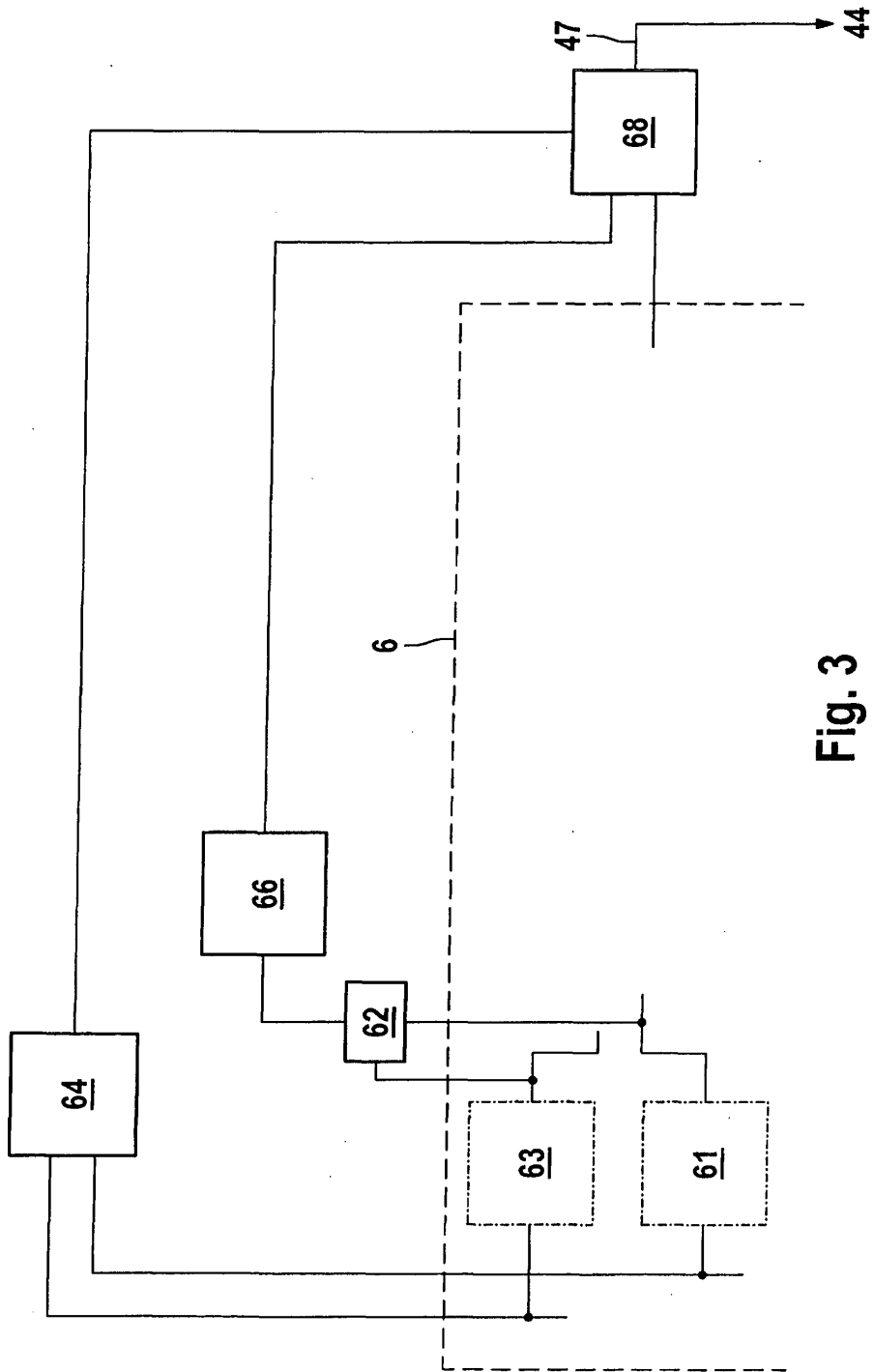
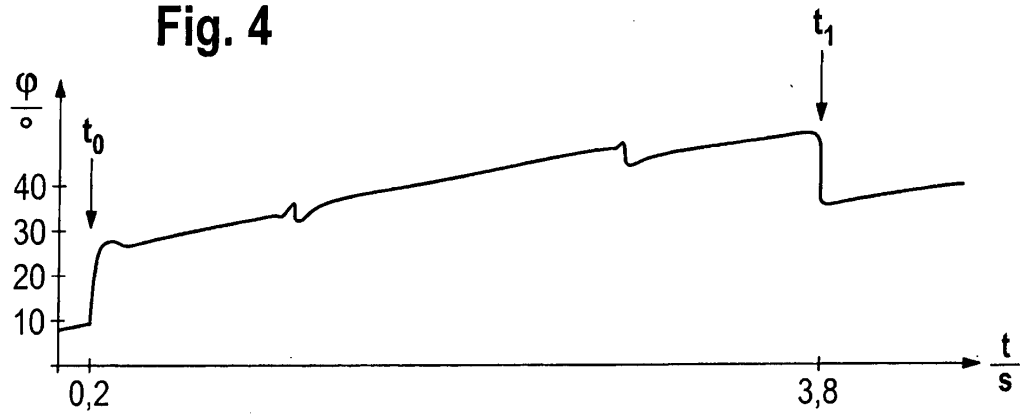
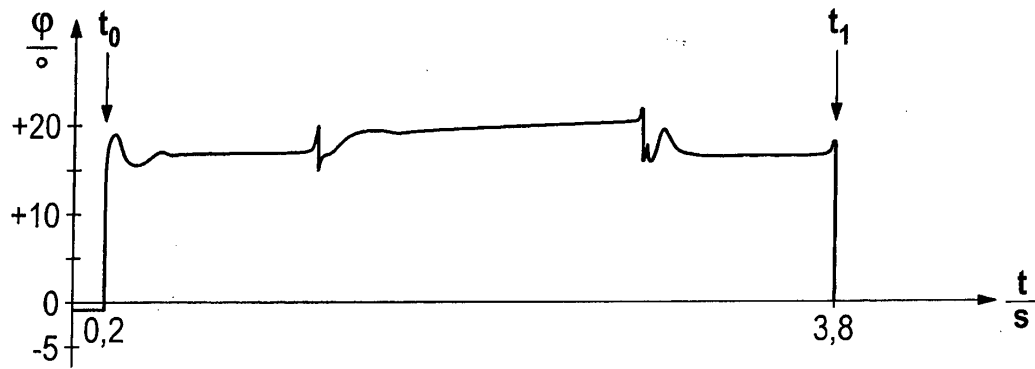


Fig. 3

**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

