



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 487**

51 Int. Cl.:

H02J 3/18 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02M 5/458 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05000563 .6**

96 Fecha de presentación : **13.01.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1557925**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.07.2005**

54

Título: **Aparato convertidor de potencia y procedimiento de accionamiento relacionado para generadores con una potencia de salida que varía dinámicamente.**

30

Prioridad: **24.01.2004 DE 10 2004 003 657**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.11.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.11.2011

73

Titular/es:
SEMIKRON ELEKTRONIK GmbH & Co. KG.
Sigmundstrasse 200
90431 Nürnberg, DE

72

Inventor/es: **Schreiber, Dejan y**
Heilbronner, Heinrich

74

Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 367 487 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

Aparato convertidor de potencia y procedimiento de accionamiento relacionado para generadores con una potencia de salida que varía dinámicamente

5 La presente exposición describe una disposición de circuito convertidor de potencia para la conexión de un generador de tres fases a una rejilla de potencia. Las disposiciones de circuitos convertidores de potencia de esta clase se utilizan, por ejemplo, en plantas de energía eólica. En tales plantas, no hace falta decir que la potencia de salida del generador varía dinámicamente lo cual es debido a las condiciones naturales, esto es las velocidades variables del viento.

15 Es necesario, sin embargo, que la energía generada en el generador sea alimentada a la rejilla a la tensión correcta, la frecuencia correcta y la fase correcta. Las tensiones típicamente estarán en la gama entre unos pocos cientos y unas pocas decenas de kilovatios y típicamente las frecuencias serán de 50 Hz o de 60 Hz.

El estado actual de la técnica para producir plantas de energía eólica que incorporan generadores que generan la energía con una potencia de salida que varía dinámicamente con el tiempo está representado, por ejemplo, por las siguientes tecnologías:

20 El documento DE 10114075 A1 revela la conexión de un generador con una potencia de salida dinámica de una manera compleja a una rejilla de potencia de tensión media. En este ejemplo, el generador está conectado con un rectificador de puente. Este rectificador genera una tensión continua de varios kilovatios la cual está conectada a una disposición en cascada de celdas del inversor a través de una conexión de tensión continua. Debido a las celdas del inversor en cascada y los convertidores de etapas integrados, esta disposición de circuito de convertidor de potencia extremadamente flexible puede funcionar muy eficazmente para muchas velocidades diferentes del viento y tensiones de salida asociadas diferentes del generador. La desventaja con una disposición de un circuito convertidor de potencia de este tipo es, sin embargo, que prohíbe la utilización de máquinas asíncronas cómodas y resistentes debido al hecho de que éstas requieren un campo magnético giratorio para la excitación. Una desventaja adicional consiste en que, tecnológicamente hablando, es relativamente cara de fabricar lo cual, por ejemplo, podría imposibilitar la inclusión de una disposición de circuito convertidor de potencia de este tipo dentro de las plantas de energía eólica existentes sólo por razones económicas.

35 El documento US 5,652,485 revela una solución simple de conexión de una planta de energía eólica a una rejilla de potencia. Aquí un inversor de cuatro cuadrantes se conecta directamente con sus terminales de tensión alternativa entre la salida del generador y la rejilla de potencia. Una lógica confusa adecuada se utiliza para accionar el inversor de cuatro cuadrantes. No hace falta decir que el inversor de cuatro cuadrantes debe tener una capacidad que corresponda a la salida de potencia máxima del generador y ventajosamente esta capacidad, a fin de asegurar un funcionamiento fiable, incluso debe ser ligeramente más elevada que aquélla del generador.

40 Detalles adicionales sobre el estado de la técnica se revelan en el documento DE 101 05 892, el cual revela una planta de energía eólica y un procedimiento para el funcionamiento de una planta de energía eólica. Entre otras cosas, enseña que el concepto denominado danés es muy popular en las plantas de energía eólica, en donde una máquina asíncrona sin anillo colector sin convertidor está conectada directamente a la tensión de la red eléctrica por medio de una instalación de sincronización o de arranque. En concreto este documento se refiere a una planta de energía eólica en la cual se asegura que durante el funcionamiento normal la potencia sale a un valor umbral previamente definido, mientras en el caso de un cortocircuito en la red eléctrica, si la interrupción es transitoria, la planta de energía eólica permanece en funcionamiento, pero sin liberar energía alguna a la rejilla, y en el caso de una interrupción de la red eléctrica de un plazo más largo se detiene utilizando una desconexión suave. Para conseguir este propósito la planta de energía eólica está provista de un empalme, el cual conecta el generador asíncrono o el generador a la red permitiendo de ese modo una reacción fiable y rápida a los estados cambiantes de la red. Este empalme comprende un convertidor generador, un circuito intermedio y un convertidor de la potencia de la red eléctrica. Para convertir energía adicional la cual no puede ser alimentada en la red eléctrica, a fin de evitar una desconexión por interrupciones transitorias en la red eléctrica o a fin de permitir una desconexión suave en el caso de una interrupción prolongada de la red eléctrica, un limitador de sobretensión transitoria está formado en el circuito intermedio, en el cual ésta es convertida en energía calorífica.

60 El documento DE 101 05 892 revela un sistema convertidor de potencia con una disposición del circuito convertidor de potencia para la vinculación de un generador de tres fases a una rejilla de potencia y un control, en el que la disposición del circuito convertidor de potencia consta de una primera conexión continua de generador a la rejilla de potencia, en donde esta conexión comprende un conmutador en cada fase y una segunda conexión del generador a la rejilla de potencia.

65 El documento DE 196 51 364 revela una disposición para mejorar la compatibilidad de la red de las plantas de energía eólica con generadores asíncronos. En concreto muestra cómo realizar plantas de energía eólica compatibles como suministradores para la rejilla pública. Aquí una instalación electrónicamente controlada está conectada en paralelo a la rejilla pública, instalación la cual incluye un acumulador de energía. Esta instalación es

útil para reducir sustancialmente los picos de conmutación que ocurren durante las diversas operaciones de conmutación en la rejilla.

5 El documento WO 03/065567 enseña una disposición de circuito de potencia para utilizarla en una planta de energía eólica así como una disposición de circuito de potencia pensado, en particular, para utilizarlo en una planta de energía eólica con revoluciones variables, la cual comprende un generador asíncrono de doble alimentación, una resistencia adicional y un convertidor. Está provista una disposición de circuito en la cual la resistencia adicional se puede regular por medio de un conmutador rápido de tal modo que el convertidor, en caso de un cortocircuito en la red eléctrica, se puede desconectar temporalmente por lo menos parcialmente, a fin de adoptar la corriente del rotor durante un corto tiempo por medio de la resistencia adicional y, una vez ha disminuido la corriente de cortocircuito del rotor, se puede volver a conectar para acoplar activamente una corriente de cortocircuito dentro de la rejilla.

15 La solución más simple de la conexión de una instalación de energía eólica en una rejilla de potencia es conectar directamente el generador de la planta de energía eólica a la rejilla de potencia. Para este propósito los generadores utilizados preferiblemente deberán ser máquinas asíncronas debido a su resistencia. Una disposición de circuito simple de este tipo, sin embargo, sufre varias desventajas. A bajas velocidades del viento, puesto que las revoluciones del generador se deben mantener constantes, la conexión a la rejilla no es posible debido a la insuficiente energía de salida, o en caso de que sea posible, entonces con un rendimiento considerablemente reducido. Adicionalmente, si esta disposición del circuito se fuera a utilizar, la corrección del factor de potencia, como es requerido por las compañías de servicios públicos, no sería posible para todos los estados de funcionamiento.

25 La presente revelación adicionalmente describe un procedimiento de accionamiento de una disposición de circuito convertidor de potencia para la corrección del factor de potencia en el caso de un cortocircuito en la red eléctrica. En el caso de un cortocircuito en la red eléctrica, cuando la ubicación del cortocircuito esté a una cierta distancia de la ubicación que se va a considerar, generalmente se mantiene una tensión residual. Si esta tensión residual es todavía de un valor que se puede definir el cual depende de los valores especificados por el operario de la red, por ejemplo el 15% de la tensión nominal, una ubicación de alimentación, por ejemplo una planta de energía eólica dispuesta en esa ubicación, debe ser capaz de alimentar potencia reactiva a la rejilla de potencia. Una planta de energía eólica construida como ha sido descrito antes en este documento con una conexión directa del generador a la rejilla no puede cubrir este requisito.

35 Es el requisito de la presente revelación proponer una disposición de circuito convertidor de potencia la cual extiende la conexión directa de un generador con una potencia de salida dinámicamente variable a una rejilla de potencia de tal modo que la gama de velocidades del generador, dentro de la cual es posible una alimentación eficaz dentro de una rejilla de potencia, se extiende en la dirección de las revoluciones pequeñas, que esta extensión también se puede integrar dentro de las disposiciones de circuito existentes con una corrección del factor de potencia siendo posible a través de su funcionamiento entero y proponer un procedimiento de accionamiento el cual en caso de un cortocircuito en la red eléctrica, puede alimentar potencia reactiva dentro de la rejilla de potencia.

40 Este requisito se cumple mediante una disposición de circuito convertidor de potencia con las características de la reivindicación 1 o 2, así como un procedimiento de accionamiento con las características de la reivindicación 6 o 7. Desarrollos adicionales preferidos se definen en las reivindicaciones subordinadas.

45 La disposición de circuito convertidor de potencia descrita para la conexión de un generador de tres fases a una rejilla de potencia consta de dos conexiones individuales. La primera conexión es una conexión directa del generador a la rejilla de potencia, en donde esta conexión, en cada fase, comprende un conmutador con el cual esta conexión se puede interrumpir. La segunda conexión del generador a la rejilla de potencia consta de un inversor de cuatro cuadrantes que consta de dos convertidores cada uno consistiendo en tres disposiciones de circuito de medio puente de dos conmutadores de potencia cada uno. Este inversor de cuatro cuadrantes, como máximo, tiene la mitad de la potencia nominal del generador. La segunda conexión está dispuesta de tal modo que los terminales de tensión alterna del primer convertidor están conectados a las tres fases del generador. Los terminales de la tensión alterna del segundo convertidor están conectados a las tres fases de la rejilla de potencia. Adicionalmente los dos convertidores están ambos conectados con un circuito intermedio de corriente continua común, en donde aquí por lo menos un condensador está conectado entre el terminal positivo y el negativo del circuito intermedio de corriente continua.

60 El procedimiento de accionamiento descrito en este documento para la disposición de circuito convertidor de potencia anteriormente mencionado para la corrección del factor de potencia en caso de un cortocircuito en la red eléctrica, en el que la tensión de la red eléctrica restante es igual o mayor que el 10% de la tensión nominal, se puede dividir en tres periodos de tiempo. La fase de cortocircuito en la red eléctrica completa, hasta que se vuelva a ganar por lo menos el 80% de la tensión nominal, típicamente deberá ser tres segundos. Inmediatamente a continuación del cortocircuito en la red eléctrica el generador en conexión directa con la rejilla se detendrá debido a la falta de tensión en la red eléctrica y se desconectará automáticamente de la rejilla. Con una conexión a través del inversor de cuatro cuadrantes el generador ya está directamente conectado a la rejilla.

65 Durante este primer período de tiempo a continuación del cortocircuito en la red eléctrica, cuando los conmutadores

- entre el generador y la rejilla están abiertos, el convertidor del lado de la red del inversor de cuatro cuadrantes suministra potencia reactiva a través de sus terminales de tensión alterna por medio de la energía almacenada en el circuito intermedio. Durante un segundo período de tiempo subsiguiente, cuando los conmutadores entre el generador y la rejilla están todavía abiertos, el convertidor del lado de la red arrastra la potencia efectiva desde la
- 5 rejilla para compensar sus pérdidas internas y suministra potencia reactiva a la rejilla. Durante este segundo período de tiempo la tensión en la red eléctrica, como norma, otra vez aumenta. Cuando llega al 80% de la tensión nominal, se vuelven a conectar las ubicaciones de alimentación. En este tercer período de tiempo, cuando los conmutadores entre el generador y la rejilla están todavía abiertos, el inversor de cuatro cuadrantes entero controla el arranque de nuevo suave del generador, sin colocar carga en la rejilla a través de potencia reactiva.
- 10 Por lo tanto, el generador suministrará energía a la rejilla, dependiendo de la velocidad del viento y la potencia del generador que se puedan conseguir de ese modo, mientras está conectado a la rejilla tanto a través del inversor de cuatro cuadrantes, como antes, como directamente a través de conmutadores cerrados.
- 15 Las características y desarrollos adicionales de la invención se explicarán ahora a título de ejemplo con referencia a la figura 1, en donde la disposición de circuito de convertidor de potencia según la invención está dispuesta en el interior de una planta de energía eólica.
- 20 En la figura se representa una planta de energía eólica que comprende un rotor (10) el cual acciona un generador (20) a través de una transmisión. Este generador (20) es una máquina asíncrona provista de una tensión de salida nominal de 690 V según el estado de la técnica. Las tres fases de salida (22) están conectadas a una rejilla de potencia de tensión media (90) a través de un transformador (92). En la medida en que el diagrama corresponde al estado de la técnica, como ya se ha utilizado en muchos casos en forma de una planta de energía eólica.
- 25 A fin de expandir más rentablemente una planta de energía eólica existente o construir una nueva planta rentable, la disposición del circuito representada se expande según la invención para incluir un circuito convertidor. El circuito convertidor está diseñado como un inversor de cuatro cuadrantes (100) y consta, en ambos lados en el del generador y en el de la red, de un convertidor de potencia (50, 70) cada uno, el cual a su vez consta de tres circuitos de medio puente cada uno. Estos circuitos de medio puente a su vez constan de un conmutador de semiconductor de potencia superior (52, 72) y uno inferior (53, 73), cada uno con un diodo de circulación libre (54, 55, 74, 75) conectado en anti paralelo. Los dos convertidores (50, 70), con sus salidas de corriente continua (56, 58, 76, 78), están conectados con un condensador de ahorro de energía (62) a través de un circuito intermedio de corriente continua (60).
- 30 A fin de integrar el inversor de cuatro cuadrantes en el interior de la disposición de circuito conocida, esta disposición comprende un conmutador (30) por fase en las tres fases (22) de la conexión desde el generador (20) hasta la rejilla de potencia (90). Preferiblemente cada conmutador (30) consta de dos conmutadores de semiconductor de potencia cada uno conectados en anti paralelo, tal como tiristores. Los terminales de corriente alterna (25) del convertidor del lado del generador (50) están respectivamente conectados a través de un regulador (40) con las tres fases (22) del generador (20). Esta conexión (24) está en el lado del generador de los conmutadores (30). Los terminales de corriente alterna (27) del convertidor del lado de la red (70) también están conectados a través de un regulador (40) cada uno con las tres fases (22) del generador (20). Esta conexión (24), sin embargo, está en el lado de la red de los conmutadores (30).
- 35 A fin de integrar el inversor de cuatro cuadrantes en el interior de la disposición de circuito conocida, esta disposición comprende un conmutador (30) por fase en las tres fases (22) de la conexión desde el generador (20) hasta la rejilla de potencia (90). Preferiblemente cada conmutador (30) consta de dos conmutadores de semiconductor de potencia cada uno conectados en anti paralelo, tal como tiristores. Los terminales de corriente alterna (25) del convertidor del lado del generador (50) están respectivamente conectados a través de un regulador (40) con las tres fases (22) del generador (20). Esta conexión (24) está en el lado del generador de los conmutadores (30). Los terminales de corriente alterna (27) del convertidor del lado de la red (70) también están conectados a través de un regulador (40) cada uno con las tres fases (22) del generador (20). Esta conexión (24), sin embargo, está en el lado de la red de los conmutadores (30).
- 40 Para velocidades bajas del viento la primera conexión, esto es la conexión directa del generador (20) a la rejilla de potencia (90) se desconecta a través de los conmutadores (30). La energía ahora fluye a través del inversor de cuatro cuadrantes (100) hacia la rejilla de potencia (90). Puesto que esta conexión está conmutada únicamente para velocidades bajas del viento y por lo tanto bajas revoluciones y menores cantidades de energía producida, es suficiente diseñar el inversor de cuatro cuadrantes (100) para, como máximo, la mitad de la potencia del generador (20), preferiblemente únicamente un tercio de la misma. Esto, por otra parte, es económicamente ventajoso puesto que el coste de un inversor de cuatro cuadrantes de potencia reducida (100) es inferior y, por otra parte, porque hace más fácil la instalación mecánica.
- 45 Para velocidades del viento más altas los conmutadores (30) se cierran, la corriente fluye directamente desde el generador (20) hacia la rejilla de potencia (90). En este caso ambos convertidores de potencia (50, 70) del inversor de cuatro cuadrantes (100) suministran la potencia reactiva requerida por el operario de la rejilla a la rejilla de potencia (90) debido a una disposición de accionamiento adecuada.
- 50 El inversor de cuatro cuadrantes (100) de la disposición de circuito convertidor de potencia según la invención, en el caso de un cortocircuito en la red eléctrica, se utiliza para la corrección del factor de potencia de la rejilla de potencia (90). Debido a los requisitos de los operarios de la rejilla, según el estado de la técnica la tensión de la red eléctrica se vuelve a restablecer a por lo menos el 80% después de aproximadamente tres segundos. Durante este tiempo las ubicaciones de alimentación, tales como las plantas de energía eólica, deben alimentar potencia reactiva dentro de la rejilla de potencia. Esto se consigue mediante el inversor de potencia del lado de la red (70) del inversor de cuatro cuadrantes (100) debido al hecho de que el inversor (70) es accionado utilizando el procedimiento de accionamientos según la invención.
- 55 El inversor de cuatro cuadrantes (100) de la disposición de circuito convertidor de potencia según la invención, en el caso de un cortocircuito en la red eléctrica, se utiliza para la corrección del factor de potencia de la rejilla de potencia (90). Debido a los requisitos de los operarios de la rejilla, según el estado de la técnica la tensión de la red eléctrica se vuelve a restablecer a por lo menos el 80% después de aproximadamente tres segundos. Durante este tiempo las ubicaciones de alimentación, tales como las plantas de energía eólica, deben alimentar potencia reactiva dentro de la rejilla de potencia. Esto se consigue mediante el inversor de potencia del lado de la red (70) del inversor de cuatro cuadrantes (100) debido al hecho de que el inversor (70) es accionado utilizando el procedimiento de accionamientos según la invención.
- 60 El inversor de cuatro cuadrantes (100) de la disposición de circuito convertidor de potencia según la invención, en el caso de un cortocircuito en la red eléctrica, se utiliza para la corrección del factor de potencia de la rejilla de potencia (90). Debido a los requisitos de los operarios de la rejilla, según el estado de la técnica la tensión de la red eléctrica se vuelve a restablecer a por lo menos el 80% después de aproximadamente tres segundos. Durante este tiempo las ubicaciones de alimentación, tales como las plantas de energía eólica, deben alimentar potencia reactiva dentro de la rejilla de potencia. Esto se consigue mediante el inversor de potencia del lado de la red (70) del inversor de cuatro cuadrantes (100) debido al hecho de que el inversor (70) es accionado utilizando el procedimiento de accionamientos según la invención.
- 65 El inversor de cuatro cuadrantes (100) de la disposición de circuito convertidor de potencia según la invención, en el caso de un cortocircuito en la red eléctrica, se utiliza para la corrección del factor de potencia de la rejilla de potencia (90). Debido a los requisitos de los operarios de la rejilla, según el estado de la técnica la tensión de la red eléctrica se vuelve a restablecer a por lo menos el 80% después de aproximadamente tres segundos. Durante este tiempo las ubicaciones de alimentación, tales como las plantas de energía eólica, deben alimentar potencia reactiva dentro de la rejilla de potencia. Esto se consigue mediante el inversor de potencia del lado de la red (70) del inversor de cuatro cuadrantes (100) debido al hecho de que el inversor (70) es accionado utilizando el procedimiento de accionamientos según la invención.

En lo que sigue a continuación, se supone que el generador (20) está conectado directamente, esto es a través de los conmutadores cerrados (30), a la rejilla de potencia (90). Después del cortocircuito en la red eléctrica la tensión de la rejilla (90) cae hasta típicamente el 20% del valor nominal. A continuación de un período de aproximadamente 150 ms la tensión en la red eléctrica empieza a subir otra vez hasta que después de tres segundos ya se ha elevado otra vez hasta aproximadamente la tensión nominal.

En el caso de un cortocircuito en la red eléctrica el generador (20) suministrará corriente durante unos pocos periodos únicamente debido a la falta de excitación separada y por lo tanto se desconecta automáticamente de la rejilla por medio de los conmutadores (30). De este modo únicamente el inversor de potencia del lado de la red (70) con sus terminales de tensión alterna tiene una conexión a la rejilla (90) y puede contribuir a la alimentación de potencia reactiva dentro de la rejilla. Directamente después de un cortocircuito en la red eléctrica el inversor de potencia del lado de la red (70) es accionado de tal modo que suministra potencia reactiva a la rejilla (90). En un primer período de tiempo después del cortocircuito en la red eléctrica ésta es suministrada por el circuito intermedio (60) el cual actúa como un suministrador de energía. Mientras está siendo alimentada la potencia reactiva, las corrientes más altas que la corriente nominal de los conmutadores de potencia, tal como en este caso los transistores de potencia (72, 73) (preferiblemente transistores bipolares de puerta aislada = IGBT) pueden, durante un corto tiempo, ser alimentados, si se requiere, en tanto en cuanto se evite la sobrecarga térmica que podría conducir a una destrucción de los transistores de potencia.

Durante un segundo período de tiempo, hasta que la tensión de la red eléctrica ha alcanzado otra vez el 80% de la tensión nominal, el inversor de potencia del lado de la red (70) arrastra potencia eficaz desde la rejilla (90) y alimentada potencia reactiva de vuelta. El arrastre de potencia efectiva es necesario, puesto que las pérdidas tales como, por ejemplo, las pérdidas de conmutación de los IGBT (72, 73), se deben compensar en el interior del inversor de potencia (70).

Después de alcanzar el 80% de la tensión nominal en el tercer período de tiempo, se vuelve a conectar el generador (20). El inversor de cuatro cuadrantes (100) es accionado entonces de tal modo que se asegura un arranque de nuevo suave del generador (20) sin poner una carga en la rejilla a través de la introducción de potencia reactiva. Después de eso se abren los conmutadores (30) y puede continuar el funcionamiento como antes del cortocircuito en la red eléctrica.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema convertidor de potencia que comprende:

5 una disposición de circuito convertidor de potencia para la conexión de un generador de tres fases (20) a una rejilla de potencia (90); y

un control en el que la disposición de circuito convertidor de potencia consta de una primera conexión directa del generador (20) a la rejilla de potencia (90), en el que esta conexión, en cada fase (22), comprende un conmutador (30) y una segunda conexión del generador (20) a la rejilla de potencia (90), en el que aquí un inversor de cuatro cuadrantes (100) con, como máximo, la mitad de la potencia nominal del generador (20) está dispuesto de tal modo que el inversor de cuatro cuadrantes (100) consta de un primer convertidor de potencia (50) los tres terminales de tensión alterna (24) del cual están conectados a los tres terminales del generador (20) y los tres terminales de corriente continua (56, 58) del cual están conectados a un circuito intermedio (60) que comprende un condensador (62) y un segundo convertidor de corriente (70) los tres terminales de tensión alterna (26) del cual están conectados a la rejilla de potencia (90) y los terminales de corriente continua (76, 78) del cual están conectados con el circuito intermedio (60) y en el que el control acciona la disposición de circuito de convertidor de potencia de tal modo que la primera conexión directa del generador (20), para velocidades bajas del viento, se desconecta y para velocidades más altas del viento, los conmutadores (30) se cierran, de modo que una corriente puede fluir directamente desde el generador (20) hasta la rejilla de potencia (90) y los convertidores de potencia primero y segundo (50, 70) del inversor de cuatro cuadrantes (100) pueden suministrar potencia reactiva a la rejilla de potencia.

2. El sistema convertidor de potencia que comprende:

25 una disposición de circuito convertidor de potencia para la conexión de un generador de tres fases (20) a una rejilla de potencia (90); y

un control en el que la disposición de circuito convertidor de potencia consta de una primera conexión directa del generador (20) a la rejilla de potencia (90), en el que esta conexión, en cada fase, comprende un conmutador (30) y una segunda conexión del generador (20) a la rejilla de potencia (90), en el que aquí un inversor de cuatro cuadrantes (100) con, como máximo, la mitad de la potencia nominal del generador (20) está dispuesto de tal modo que el inversor de cuatro cuadrantes (100) consta de un primer convertidor de potencia (50) los tres terminales de tensión alterna (24) del cual están conectados a los tres terminales del generador (20) y los tres terminales de corriente continua (56, 58) del cual están conectados a un circuito intermedio (60) que comprende un condensador (62) y un segundo convertidor de potencia (70) los tres terminales de tensión alterna (26) del cual están conectados a la rejilla de potencia (90) y los terminales de corriente continua (76, 78) del cual están conectados con el circuito intermedio (60) y en el que el control acciona la disposición de circuito de convertidor de potencia de tal modo que en caso de un cortocircuito en la red eléctrica, en el que la tensión restante de la red eléctrica es igual o mayor del 10% de la tensión nominal, el convertidor de potencia del lado de la red (70) del inversor de cuatro cuadrantes (100), en un primer período de tiempo directamente a continuación del cortocircuito en la red eléctrica, con los conmutadores (30) entre el generador (20) y la rejilla de potencia (90) estando abiertos, alimenta potencia reactiva dentro de la rejilla de potencia a través de sus terminales de tensión alterna (27) por medio de la energía almacenada en el circuito intermedio (60), el convertidor de potencia del lado de la red (70) durante el período de tiempo subsiguiente, también con los conmutadores (30) entre el generador (20) y la rejilla de potencia (90) estando abiertos, arrastra potencia eficaz desde la rejilla de potencia (90) para compensar sus pérdidas internas y suministra potencia reactiva a la rejilla de potencia (90) y el inversor de cuatro cuadrantes (100) en el tercer período de tiempo después de alcanzar el 80% de la tensión nominal con los conmutadores (30) entre el generador (20) y la rejilla de potencia (90) todavía abiertos, controla un arranque de nuevo suave del generador (20) sin cargar la rejilla con potencia reactiva.

3. La disposición de circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1 o 2 en el que cada convertidor de potencia (50, 70) consta de tres circuitos de medio puente cada uno comprendiendo un conmutador de potencia superior y uno inferior.

55 4. La disposición de circuito convertidor de potencia según la reivindicación 3 en el que cada conmutador de potencia consta de uno o de una pluralidad de transistores de potencia (52, 53, 72, 73) con respectivamente uno o una pluralidad de diodos de potencia (54, 55, 74, 75) conmutados en anti paralelo.

60 5. La disposición de circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1 o 2 en el que los conmutadores (30) constan de dos conmutadores de semiconductor de potencia respectivamente, tal como tiristores, conmutados en anti paralelo.

6. Un procedimiento de accionamiento para una disposición de circuito convertidor de potencia para la corrección del factor de potencia en caso de un cortocircuito en la red eléctrica en el que la disposición de circuito de convertidor de potencia está implantado para la conexión de un generador de tres fases (20) a una rejilla de potencia (90) y consta de una primera conexión directa del generador (20) a la rejilla de potencia (90), en el que esta

- conexión, en cada fase, comprende un conmutador (30) y una segunda conexión del generador (20) a la rejilla de potencia (90), en el que aquí un inversor de cuatro cuadrantes (100) con, como máximo, la mitad de la potencia nominal del generador (20) está dispuesto de tal modo que el inversor de cuatro cuadrantes (100) consta de un primer convertidor de potencia (50) los tres terminales de tensión alterna (24) del cual están conectados a los tres terminales del generador (20) y los tres terminales de corriente continua (56, 58) del cual están conectados a un circuito intermedio (60) que comprende un condensador (62) y un segundo convertidor de potencia (70) los tres terminales de tensión alterna (26) del cual están conectados a la rejilla de potencia (90) y los terminales de corriente continua (76, 78) del cual están conectados con el circuito intermedio (60) y la tensión restante de la red eléctrica es igual o mayor que el 10% de la tensión nominal, de tal modo que en un primer período de tiempo a continuación del cortocircuito en la red eléctrica, en el que los conmutadores (30) están todavía abiertos o se abren debido al cortocircuito en la red eléctrica, el convertidor de potencia del lado de la red (70), a través de sus terminales de tensión alterna (24, 26), descarga potencia reactiva dentro de la rejilla de potencia desde la energía almacenada en el circuito intermedio (60), en un segundo período de tiempo con los conmutadores (30) todavía abiertos el convertidor de potencia (70) alimenta potencia reactiva de vuelta dentro de la rejilla de potencia (90) y en un tercer período de tiempo con los conmutadores (30) abiertos, el inversor de cuatro cuadrantes entero (100) controla el arranque de nuevo suave del generador (20) mientras mantiene la carga en la rejilla a través de la potencia reactiva a un mínimo, o la evita, y el generador a continuación, conectado tanto a través del inversor de cuatro cuadrantes (100) como antes o directamente, suministra energía adicional a la rejilla de potencia (90).
- 5
10
15
7. El procedimiento de accionamiento según la reivindicación 6 en el que durante el primer período de tiempo los conmutadores de potencia de los convertidores de potencia (50, 70) son cargados más allá de su carga nominal, en tanto en cuanto no exista peligro de que los conmutadores de potencia se destruyan.
- 20
8. El procedimiento de accionamiento según la reivindicación 6 o 7 en el que el primer período de tiempo es directamente después del cortocircuito en la red eléctrica.
- 25
9. Un procedimiento para el accionamiento de una disposición de circuito convertidor de potencia para la conexión de un generador de tres fases (20) de una planta de energía eólica a una rejilla de potencia (90) que consta de una primera conexión directa del generador (20) a la rejilla de potencia (90), en el que esta conexión, en cada fase (22), comprende un conmutador (30) y una segunda conexión del generador (20) a la rejilla de potencia (90), en el que aquí un inversor de cuatro cuadrantes (100) con, como máximo, la mitad de la potencia nominal del generador (20) está dispuesto de tal modo que el inversor de cuatro cuadrantes (100) consta de un primer convertidor de potencia (50) los tres terminales de tensión alterna (24) del cual están conectados a los tres terminales del generador (20) y los terminales de corriente continua (56, 58) del cual están conectados a un circuito intermedio (60) que comprende un condensador (62) y un segundo convertidor de potencia (70) los tres terminales de tensión alterna (26) del cual están conectados con el circuito intermedio (60) y la disposición de circuito convertidor de potencia es accionada de tal modo que la primera conexión directa del generador (20) a la rejilla de potencia (90), para velocidades bajas del viento, se desconecta y que para velocidades más altas del viento, los conmutadores (30) se cierran, de tal modo que una corriente puede fluir directamente desde el generador (20) hasta la rejilla de potencia (90) y los convertidores de potencia primero y segundo (50,70) del inversor de cuatro cuadrantes (100) suministra potencia activa a la rejilla de potencia (90).
- 30
35
40

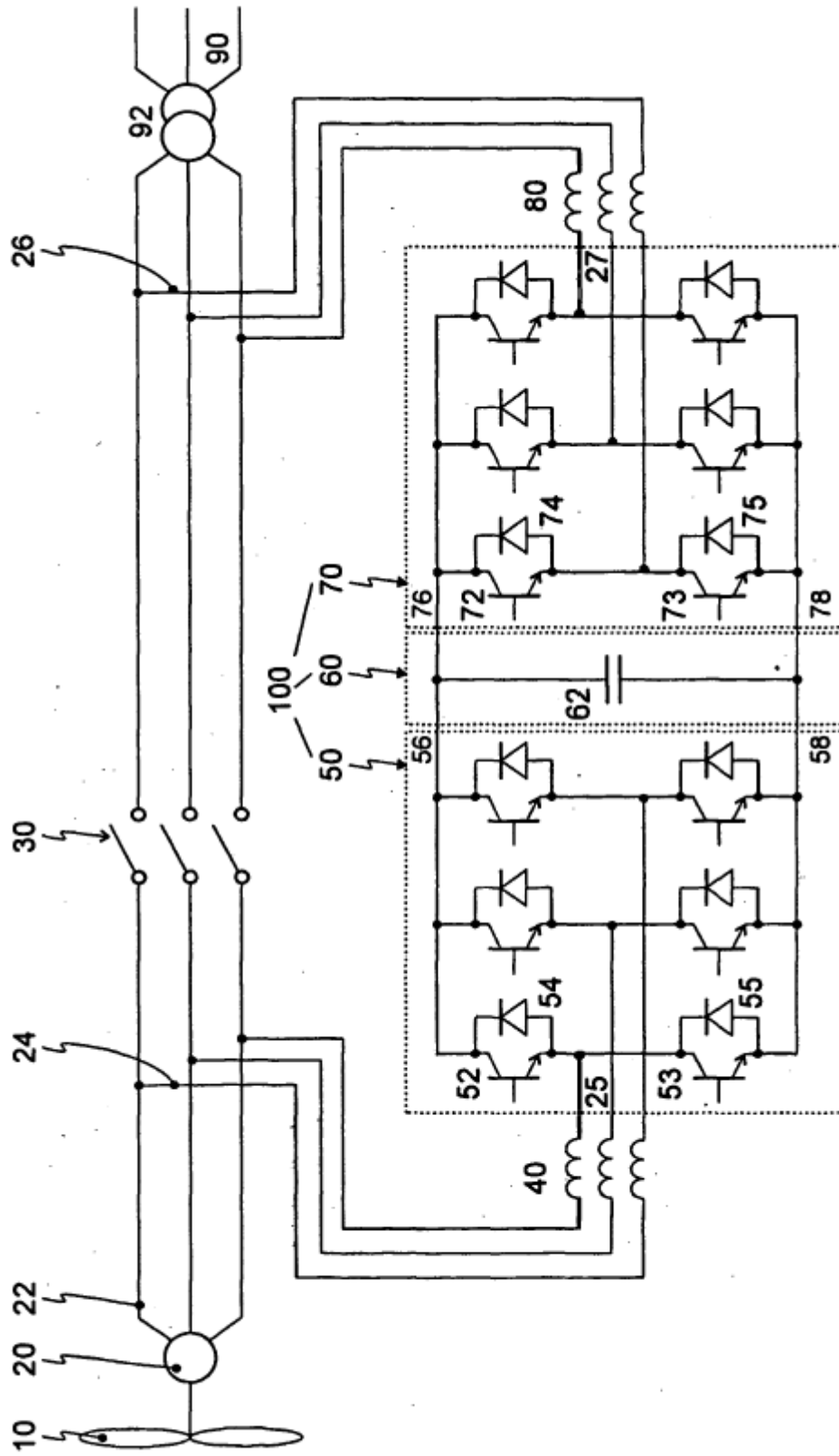


Fig. 1