

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 575**

51 Int. Cl.:
F03D 9/00 (2006.01)
F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09741946 .9**
96 Fecha de presentación: **26.03.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2283233**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2011**

54 Título: **INSTALACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA Y PARQUE DE ENERGÍA EÓLICA CON UNA PLURALIDAD DE INSTALACIONES DE ENERGÍA EÓLICA.**

30 Prioridad:
07.05.2008 DE 102008022617

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.01.2012

73 Titular/es:
**Siemens Aktiengesellschaft
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:
**HILLER, Marc;
KLAASSEN, Norbert;
SALZMANN, Theodor y
SOMMER, Rainer**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 372 575 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

Instalación de energía eólica y parque de energía eólica con una pluralidad de instalaciones de energía eólica

La presente invención hace referencia a una instalación de energía eólica y a un parque de energía eólica compuesto por estas instalaciones de energía eólica.

5 Mediante las instalaciones de energía eólica de un parque de energía eólica, la energía eólica generada por el viento como principal portador estocástico de energía eléctrica, debe ser suministrada a una red de distribución regional.

En la solicitud DE 196 20 906 A1, se representa de forma esquemática en la figura 1 un diseño conocido de un parque de energía eólica 2. Este diseño conocido consiste en un diseño descentralizado de corriente trifásica, puesto que la energía de cada una de las instalaciones de energía eólica 4 del parque de energía eólica 2 es suministrada a una red de distribución regional 6. Debido a que el aumento de tensión en un punto de suministro 8 del parque de energía eólica de la red de distribución regional 6 no debe ascender a más del 4%, se obtiene una potencia energética posible máxima en función de la distancia del punto de suministro 8 del parque de energía eólica con respecto a una subestación transformadora de esta red de distribución 6. El parque de energía eólica 2 representado presenta tres instalaciones de energía eólica 4, las cuales, respectivamente, presentan una góndola 12 y una torre 14. La góndola 12 que se encuentra dispuesta de forma giratoria sobre la torre 14 presenta un generador 16, un filtro 18 del lado del generador, un convertidor de corriente 20 del lado del generador, un convertidor de corriente 22 del lado de la red, un filtro 24 del lado de la red y un transformador 26. Ambos convertidores de corriente 20 y 22 del lado de la tensión continua se encuentran conectados el uno al otro de forma eléctricamente conductora, mediante un circuito indirecto de tensión. De este modo, ambos convertidores de corriente 20 y 22 y el circuito indirecto de tensión, forman un convertidor indirecto de tensión.

El diseño de un convertidor indirecto de tensión de este tipo dispuesto en una góndola 12 de una instalación de energía eólica 4, se encuentra en la publicación titulada "A high power density converter system for the Gamesa G10x4,5 MW Wind turbine" de Björn Andresen y Jens Birk, publicada en el acta de la EPE 2007 (Conference on Power Electronics and Applications) en Aalborg. En este convertidor indirecto de tensión representado en esta publicación, ambos convertidores de corriente 20 y 22 se encuentran realizados como un convertidor de impulso de conmutación automática. Para poder mantener alejadas del generador 16, así como de la red de distribución 6, las oscilaciones armónicas generadas por los convertidores de corriente 20 y 22, se proporciona un filtro 18 así como 24, del lado del generador y del lado de la red, respectivamente. Mediante el transformador 26 del lado de la red, una tensión de salida generada por el convertidor es convertida a una tensión nominal de la red de distribución regional.

Tal como resulta de la publicación mencionada, el generador 16 del lado del rotor se encuentra vinculado de forma directa, o bien mediante un mecanismo, a un rotor de la instalación de energía eólica 4. Si como generador 16 es utilizado un generador sincrónico puede prescindirse del mecanismo, de manera que el peso de la góndola 12 disminuye. Con la finalidad de una simplificación, se prescinde en esta figura 1 de la representación de los rotores.

35 En la figura 2 se representa una segunda forma de ejecución del diseño de corriente trifásica de un parque de energía eólica 2. Esta forma de ejecución se diferencia de la forma de ejecución conforme a la figura 1 en que el equipo eléctrico de una instalación de energía eólica 4 ya no se encuentra dispuesto en la góndola 12, sino en la torre 14. Una forma de ejecución de este tipo de una instalación de energía eólica 4 se encuentra en la publicación titulada "ABB Advanced Power Electronics - MV full power wind converter for Multibrid M5000 turbine", publicada en internet en la página www.abb.com/powerelectronics. Los componentes de la instalación 18, 20, 22, 24 y 26 se encuentran dispuestos en el espacio inferior de la torre 14 de una instalación de energía eólica 4. De esta manera, en la góndola 12 de cada una de las instalaciones de energía eólica 4 de un parque de energía eólica 2 se encuentra sólo el generador 16.

45 Por la solicitud DE 196 20 906 A1 se conoce un parque de energía eólica 2 con n instalaciones de energía eólica 4. En este parque de energía eólica 2 conocido, cada instalación de energía eólica 4 presenta un rotor 28 cuyas palas son ajustables, un generador sincrónico 30, un rectificador de corriente 32 y una inductancia de alisado 34. El generador sincrónico 30 se encuentra acoplado de forma directa al rotor 28 y presenta dos arrollamientos del estator que se encuentran desplazados 30º uno con respecto al otro, los cuales, respectivamente, se encuentran conectados de forma eléctricamente conductora a un sub-rectificador de corriente 36 del rectificador de corriente 32. El generador sincrónico 30 puede presentar una excitación permanente o una excitación controlada por tensión. El rectificador 32 se encuentra diseñado como un rectificador multipulso, por ejemplo de 12 pulsos. La inductancia de alisado 34, a modo de ejemplo, se encuentra dispuesta en una línea de salida 38. Esta línea de salida 38 positiva y una línea de salida 40 negativa, pueden ser separadas, respectivamente, de una barra colectora positiva y negativa 44 y 46 mediante un interruptor de línea 42. Las n instalaciones de energía eólica del parque de energía eólica 2 se encuentran conectadas de forma paralela mediante estas dos barras colectoras 44 y 46.

En esta representación del diseño de corriente continua del parque de energía eólica 2, una estación de conversión de corriente 48 del lado de la red se encuentra dispuesta directamente en una subestación transformadora 50 de una red de distribución regional 6. Esta estación de conversión de corriente 48 del lado de la red presenta una inductancia de alisado 52, un alternador 54, un transformador de adaptación 56 y un filtro 58. El alternador 54, del mismo modo que el rectificador 32 de cada una de las instalaciones de energía eólica 4, se compone de dos sub – alternadores 60. El número de pulsos del alternador 54 corresponde al número de pulsos del rectificador 32. Cada sub –alternador 60 del lado de la tensión alterna, se encuentra conectado de forma eléctricamente conductora a un arrollamiento secundario del transformador de adaptación 56, donde el arrollamiento primario se encuentra conectado de forma eléctricamente conductora a una barra colectora 62 de la subestación transformadora 50. A esta barra colectora 62 se encuentra conectado igualmente el filtro 58. La inductancia de alisado 52, a modo de ejemplo, se encuentra dispuesta en una línea de entrada 64 positiva del alternador 54. La línea de entrada 64 positiva y una línea de entrada 66 negativa, mediante un dispositivo de transmisión 68 de corriente continua, se encuentran conectadas de forma eléctricamente conductora a las barras colectoras positiva y negativa 44 y 46 de las instalaciones de energía eólica 4 que se encuentran conectadas eléctricamente de forma paralela. El dispositivo de transmisión 68 de corriente continua, a su vez, puede consistir en dos líneas de corriente continua o en un cable de corriente continua.

Como válvulas de conversión de corriente del rectificador 32 de cada una de las instalaciones de energía eólica 4 y del alternador 54 de la estación de conversión de corriente 48 del lado de la red, se proporcionan tiristores. Mediante los rectificadores 32 es controlada una potencia, donde mediante el alternador 54 es controlada la tensión de la corriente trifásica. Esta conexión de n estaciones de conversión de corriente corresponde a una red multipunto de transmisión de corriente continua de alta tensión.

Por la publicación titulada "Abierto para offshore - Luz de corriente continua de alta tensión (HVDC por sus siglas en inglés) – Elemento constitutivo para un abastecimiento eléctrico de energía sostenible" se conoce un parque eólico marino (offshore), donde en lugar de un cable de corriente trifásica se utiliza un cable de corriente continua. En ambos extremos de este cable de corriente continua se proporciona respectivamente un convertidor electrónico de potencia que a su vez del lado de la tensión alterna se encuentran provistos, respectivamente, de un transformador de potencia. Como convertidores electrónicos de potencia se proporcionan convertidores de corriente bipolares de puerta aislada (IGBT, por sus siglas en inglés), conocidos debido a un convertidor indirecto de tensión para tensión intermedia. El condensador de circuito indirecto se encuentra dividido en dos, conectando respectivamente, eléctricamente de forma paralela, conexiones de tensión continua de un convertidor de corriente IGBT. Cada una de las instalaciones de energía eólica de este parque de energía eólica presenta un convertidor de corriente IGBT del lado del generador, donde sus convertidores de corriente IGBT del lado de la red se encuentran integrados en un convertidor de corriente IGBT de una estación de conversión de corriente del lado de la red. Los convertidores de corriente IGBT de las instalaciones de energía eólica de este parque de energía eólica, del lado de la tensión continua, mediante un cable de corriente continua, se encuentran conectados al convertidor de corriente IGBT de la estación de conversión de corriente del lado de la red. En este diseño de corriente continua, las instalaciones de energía eólica de un parque de energía eólica, en particular de un parque eólico marino (offshore), pueden encontrarse distanciadas a más de 140 km de la estación de conversión de corriente del lado de la red.

Por la publicación titulada "Control method and snubber selection for a 5MW wind turbine single active bridge DC/DC converter" de Lena Max y Torbjörn Thiringer, impresa en las actas de la conferencia EPE 2007 en Aalborg, se conoce otra forma de ejecución de un diseño de tensión continua de un parque de energía eólica. En esta forma de ejecución, cada instalación de energía eólica presenta un generador, un convertidor de corriente del lado del generador y un convertidor de corriente de continua a continua. Varias instalaciones de energía eólica, mediante otro convertidor de continua a continua, se encuentran vinculadas a un convertidor de continua a continua que, mediante un cable de corriente continua, se encuentra conectado a un alternador del lado de la red en un punto de suministro del parque de energía eólica de una red de distribución regional. Como convertidor de corriente del lado del generador de cada una de las instalaciones de energía eólica se proporciona un diodo rectificador o un convertidor de corriente IGBT de conmutación automática.

Por tanto, es objeto de la presente invención el mejorar de modo tal una instalación de energía eólica y un parque de energía eólico compuesto por estas instalaciones de energía eólica, que pueda economizarse en cuanto a los componentes de la instalación.

Este objeto se alcanzará conforme a la invención mediante las características significativas de la reivindicación 1, así como de la reivindicación 8.

Conforme a la invención, como convertidor de corriente del lado de la red de una instalación de energía eólica se proporciona un convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos. Cada derivación de válvula de un convertidor de corriente de este tipo presenta, al menos, dos subsistemas bipolares que respectivamente presentan un acumulador de energía y se encuentran conectados eléctricamente en serie. Para poder prescindir del filtro de salida se encuentran conectados eléctricamente en serie al menos diez subsistemas bipolares por derivación de

válvula. Asimismo, en función de la cantidad de subsistemas bipolares, aumenta una tensión de salida del convertidor de corriente. De esta manera puede prescindirse igualmente de un transformador de adaptación.

5 Otra ventaja de este convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos reside en que cada derivación de válvula de este convertidor de corriente puede presentar subsistemas bipolares redundantes. Debido a ello, el funcionamiento puede mantenerse de forma ilimitada en caso de subsistemas bipolares defectuosos, de manera tal que se mejora la disponibilidad de la instalación de energía eólica.

10 Puesto que como convertidor de corriente del lado de carga de un convertidor indirecto de tensión se proporciona un convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos, el circuito indirecto de tensión de este convertidor indirecto de tensión no presenta ya un acumulador de energía. Debido a ello, este circuito indirecto de tensión ya no debe ser construido con baja inductividad, de manera que del lado de tensión continua, como conexión del convertidor de corriente del lado del generador, con el convertidor de corriente del lado de la red de una instalación de energía eólica, puede ser utilizado un cable de corriente continua. Además, un cortocircuito del circuito indirecto es muy improbable en comparación con un convertidor indirecto de tensión con acumuladores de energía en el 15 circuito indirecto de tensión, de manera que puede garantizarse un comportamiento seguro en caso de un fallo. Asimismo, las válvulas del convertidor de corriente del convertidor de corriente del lado del generador del convertidor indirecto de tensión de la instalación de energía eólica ya no deben ser diseñadas para una corriente de cortocircuito ocasionada por un cortocircuito del circuito indirecto de bajo ohmiaje. Esto significa que la exigencia i^2t de esta válvula del convertidor de corriente puede ser claramente reducida.

20 Si un parque de energía eólica es construido con una pluralidad de instalaciones de energía eólica conformes a la invención, entonces los convertidores de corriente del lado de la red con acumuladores de energía distribuidos de cada una de las instalaciones de energía eólica se reúnen en una estación de conversión de corriente del lado de la red, donde esta estación de conversión de corriente del lado de la red, de manera ventajosa, se encuentra dispuesta directamente en un punto de suministro del parque de energía eólica. Por tanto, cada instalación de energía eólica del parque de energía eólica acorde a la invención sólo presenta un generador con convertidor de corriente 25 conectado aguas abajo, donde este convertidor de corriente del lado del generador, de forma ventajosa, se encuentra dispuesto en el espacio inferior de una torre de cada una de las instalaciones de energía eólica. Gracias a ello se reduce el peso de cada una de las góndolas de la instalación de energía eólica del parque de energía eólica conforme a la invención. De este modo, se simplifica además la construcción de una torre de cada una de las instalaciones de energía eólica de este parque de energía eólica.

30 En una forma de ejecución ventajosa de las instalaciones de energía eólica conformes a la invención se proporciona además un convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos como convertidor de corriente del lado del generador. A través del empleo de un convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos sobre el lado del generador del convertidor indirecto de tensión de la instalación de energía eólica, donde puede utilizarse una pluralidad de subsistemas bipolares por derivación de válvula del convertidor de corriente, puede utilizarse como 35 generador un generador con exigencias reducidas en cuanto al aislamiento del arrollamiento. A través de un aislamiento más delgado de los arrollamientos del generador se mejora su refrigeración.

Otras formas de ejecución ventajosas de la instalación de energía eólica se encuentran en las reivindicaciones dependientes 4 a 7 y otras formas de ejecución ventajosas del parque de energía eólica resultan de las reivindicaciones dependientes 9 a 14.

40 Para continuar la explicación de la presente invención se hace referencia al dibujo, donde se muestran de forma esquemática varias formas de ejecución de una instalación de energía eólica de un parque de energía eólica.

Figura 1: muestra una primera forma de ejecución de un diseño conocido de corriente trifásica de una instalación de energía eólica;

45 Figura 2: se representa aquí una segunda forma de ejecución del diseño conocido de corriente trifásica acorde a la figura 1;

Figura 3: muestra una segunda forma de ejecución de un diseño de corriente continua de un parque de energía eólica;

Figura 4: se representa aquí una primera forma de ejecución de una instalación de energía eólica conforme a la invención;

50 Figura 5: muestra un diagrama de conexiones de un convertidor de corriente con acumuladores de corriente distribuidos;

Figuras 6, 7: muestran respectivamente una forma de ejecución de un subsistema bipolar del convertidor de corriente acorde a la figura 5;

Figura 8: muestra una segunda forma de ejecución de una instalación de energía eólica conforme a la invención de un parque de energía eólica; y

5 Figura 9: muestra una tercera forma de ejecución de una instalación de energía eólica conforme a la invención de este parque de energía eólica.

En la figura 4 se representa en detalle una primera forma de ejecución de una instalación de energía eólica 4 de un parque de energía eólica 2. En esta instalación de energía eólica 4 conforme a la invención sólo el generador 16 y el convertidor de corriente 20 del lado del generador se encuentran dispuestos en la góndola 12. En la respectiva torre 14 de esta instalación de energía eólica 4, sobre la cual la góndola 12 se encuentra montada de forma giratoria, se encuentran dispuestos el convertidor de corriente 22 del lado de la red y el transformador 26 del lado de la corriente alterna, denominado también transformador de adaptación. De esta manera, estos dos componentes de la instalación 22 y 26 se encuentran dispuestos en el espacio inferior de la torre 14. Mediante este transformador 26 la instalación de energía eólica 4 se encuentra conectada en el punto de suministro 8 de una red de distribución 6 regional de un parque de energía eólica. Conforme a la invención, se proporciona un convertidor de corriente 70 con acumuladores de corriente distribuidos, como convertidor de corriente 22 del lado de la red. En la figura 5 se representa en detalle un diagrama de conexiones de un convertidor de corriente 70 de este tipo. A través de la utilización de un convertidor de corriente 70 con acumuladores de corriente distribuidos, al menos como convertidor de corriente 22 del lado de la red, el circuito indirecto de tensión del convertidor indirecto de tensión formado por los convertidores de corriente del lado del generador y del lado de la red 20 y 22 ya no presenta ningún acumulador de energía en forma de condensadores, en particular de condensadores electrolíticos. Por este motivo, este circuito indirecto de tensión ya no debe ser construido con baja inductividad, de manera que como vinculación del lado de la tensión continua de estos dos convertidores de corriente 20 y 22, se proporciona un cable de corriente continua 72. El convertidor de corriente 20 del lado del generador, en el caso más sencillo, consiste en un rectificador de diodo. De manera ventajosa, el convertidor de corriente del lado del generador, se encuentra diseñado como un convertidor de corriente de cuatro cuadrantes.

Si como convertidor de corriente 20 del lado del generador se utiliza igualmente un convertidor de corriente 70 con acumuladores de energía distribuidos, entonces puede ser empleado un generador 16 con exigencias reducidas en cuanto al aislamiento del arrollamiento. De esta manera, se mejora la refrigeración de los arrollamientos de este generador 16. En caso de que este convertidor de corriente 20 del lado del generador, en la forma de ejecución como convertidor de corriente 70 con acumuladores de energía distribuidos, presente una gran cantidad de acumuladores de energía distribuidos, por ejemplo al menos diez acumuladores de energía por derivación de válvula de un módulo de fase de este convertidor de corriente 70, entonces ya no se requiere el filtro 18 del lado del generador. Debido a ello, pueden ser realizadas asimismo tensiones más elevadas del generador, de manera que las líneas del cable de corriente continua 72 en la torre 14 de cada una de las instalaciones de energía eólica 4 pueden ser diseñadas para corrientes más reducidas. Del mismo modo, este convertidor de corriente 70 con acumuladores de energía distribuidos del lado del generador puede presentar acumuladores de energía redundantes adicionales que conduzcan a una mayor disponibilidad de la instalación de energía eólica 4.

En la figura 5 se representa un diagrama de conexiones de un convertidor de corriente 70 con acumuladores de energía distribuidos. Este convertidor de corriente 70 presenta tres módulos de fase 74 que se encuentran conectados eléctricamente de forma paralela del lado de la tensión continua. Para la conexión paralela de estos módulos de fase 74 se proporcionan una barra colectora positiva y una negativa P0 y N0 de corriente continua. Entre estas dos barras colectoras positiva y negativa P0 y N0 de corriente continua desciende una tensión continua Ud. Ambas líneas del cable de corriente continua 72 se encuentran conectadas a estas barras colectoras P0 y N0 de este convertidor de corriente 70.

En la figura 6 se representa una primera forma de ejecución de un subsistema bipolar 76. Este subsistema bipolar 76 presenta dos interruptores semiconductores 78 y 80 que pueden ser apagados, dos diodos 82 y 84 y un condensador acumulador 86 unipolar. Ambos interruptores semiconductores 78 y 80 que pueden ser apagados se encuentran conectados eléctricamente en serie, donde esta conexión en serie se encuentra conectada eléctricamente de forma paralela con respecto al condensador acumulador 86. Cada interruptor semiconductor 78 y 80 que puede ser apagado se encuentra conectado eléctricamente de forma paralela a uno de los dos diodos 82 y 84 de modo tal que este se encuentra conectado de forma no paralela con respecto al interruptor semiconductor 78 y 80 correspondiente que puede ser apagado. El condensador acumulador 84 unipolar del subsistema bipolar 76 se compone de un condensador, o de una batería de capacitores formada por varios condensadores semejantes, con una capacitancia resultante C0. El punto de conexión del emisor del interruptor semiconductor 78 que puede ser apagado y el ánodo del diodo 82 forman un primer borne de conexión X1 del subsistema bipolar 76.

En la forma de ejecución del subsistema 76 acorde a la figura 7, este punto de conexión forma el primer borne de conexión X1. El punto de conexión del drenaje del interruptor semiconductor 80 que puede ser apagado y del cátodo del diodo 84 forma el segundo borne de conexión X2 del subsistema bipolar 76.

5 De acuerdo a la publicación titulada "Diseño modular de convertidor de corriente para la aplicación de acoplamiento de redes en tensiones altas" de Rainer Marquardt, Anton Lesnicar y Jürgen Hildinger, impresa en el acta de la conferencia ETG 2002, el subsistema 76 puede adoptar tres estados de conexión. En el estado de conexión I, el interruptor semiconductor 78 que puede ser apagado se encuentra conectado y el interruptor semiconductor 80 que puede ser apagado se encuentra desconectado. En este estado de conexión I, el borne de conexión UX21 del subsistema bipolar 76 es igual a cero. En el estado de conexión II, el interruptor semiconductor 78 que puede ser
10 apagado se encuentra desconectado, y el interruptor semiconductor 80 que puede ser apagado se encuentra conectado. En este estado de conexión II, el borne de conexión UX21 del subsistema bipolar 76 es igual a la tensión UC en el condensador acumulador 86. En un funcionamiento normal, sin fallos, se utilizan sólo estos dos estados de conexión I y II. En el estado de conexión III ambos interruptores semiconductores 78 y 80 que pueden ser apagados se encuentran desconectados.

15 En la figura 8 se representa en detalle una segunda forma de ejecución de una instalación de energía eólica 4 conforme a la invención de un parque de energía eólica 2. Esta forma de ejecución se diferencia de la primera forma de ejecución acorde a la figura 4 en que para todas las instalaciones de energía eólica 4 de este parque de energía eólica 2 se proporciona un convertidor de corriente 88 del lado de la red, con un transformador 26 del lado de tensión continua que se encuentra dispuesto en la estación de conversión de corriente 48 del lado de la red, en la subcentral transformadora 50 de una red de distribución 6 regional. Esto significa que los convertidores de corriente 22 del lado de la red de las instalaciones de energía eólica 4 de un parque de energía eólica 2 se encuentran reunidos en este convertidor de corriente 88 del lado de la red de la estación de conversión de corriente 48. De este modo, las instalaciones de energía eólica 4 del parque de energía eólica 2 ya no se encuentran acopladas del lado de la tensión alterna con el punto de suministro 8 del parque de energía eólica, sino que se encuentran acopladas a un punto de suministro 90 del parque de energía eólica del lado de la tensión continua. Con ello, cada cable de corriente continua 70 de cada una de las instalaciones de energía eólica 4 se encuentra vinculado a la estación de conversión de corriente 48 del lado de la red mediante el punto de suministro 90 del parque de energía eólica, mediante otro cable de corriente continua 92. Este cable de corriente continua 92 puede tener una longitud de varios
20 cientos de kilómetros. Esto significa que la construcción de un parque de energía eólica ya no depende del lugar de un punto de suministro de la red. Sólo las condiciones del viento son determinantes. Asimismo, mediante el cable de corriente continua 92, un parque de energía eólica marino (offshore) puede conectarse a una red de distribución regional en tierra firme.

35 En la figura 9 se representa en detalle una tercera forma de ejecución de una instalación de energía eólica 4 conforme a la invención de un parque de energía eólica 2. Esta tercera forma de ejecución se diferencia de la segunda forma de ejecución acorde a la figura 8 en que el convertidor de corriente 20 del lado del generador de cada una de las instalaciones de energía eólica 4 de este parque de energía eólica 2, ha sido colocado desde la góndola 12 en el espacio inferior de la torre 14 correspondiente. De este modo, la góndola 12 de cada instalación de energía eólica del parque de energía eólica 2 contiene sólo el generador 16 y, dado el caso, un mecanismo del cual puede prescindirse cuando como generador 16 se utiliza un generador sincrónico de excitación permanente. Gracias a ello, se reduce considerablemente el peso de la góndola 12 de una instalación de energía eólica 4. Con la reducción del peso de la góndola 12 se simplifica igualmente la construcción de su torre 14, sobre la cual la góndola 12 se encuentra montada de forma giratoria. Se reducen con ello los costes de una instalación de energía eólica 4 y también de un parque de energía eólica 2 contruido con estas instalaciones de energía eólica 4.

45 Mediante la utilización de un convertidor de corriente 70 con acumuladores de energía distribuidos, respectivamente como convertidor de corriente 22 del lado de la red de cada una de las las instalaciones de energía eólica 4, así como también como convertidor de corriente 20 del lado del generador de una instalación de energía eólica 4 semejante o como convertidor de corriente 88 del lado de la red de una estación de conversión de corriente 48 del lado de la red de un parque de energía eólica 2, se obtiene un diseño de corriente continua que, en comparación con los diseños de corriente continua conocidos, presenta una construcción más flexible, debido a lo cual éste puede
50 adecuarse de manera más sencilla a los deseos de quien opera un parque de energía eólica 2. Además, los costes de un parque de energía eólica 2 de este tipo se reducen considerablemente. Puede proporcionarse, asimismo, una distancia mayor entre el parque de energía eólica 2 y una subestación transformadora 50 de una red de distribución regional 6, de manera que la elección del lugar de instalación de un parque de energía eólica 2 sólo depende de una distribución estocástica del viento.

55

REIVINDICACIONES

1. Instalación de energía eólica (4), compuesta por una góndola (12) que se encuentra dispuesta en una torre (14), con un rotor (28), un generador (16), un convertidor de corriente (20) del lado del generador, un convertidor de corriente (22) del lado de la red y un transformador (26), donde ambos convertidores de corriente (20, 22) se encuentran conectados eléctricamente el uno al otro del lado de la tensión continua, y donde el convertidor de corriente (22) del lado de la red se encuentra vinculado en el lado de la tensión alterna a un punto de suministro (8) de una red receptora de energía (6) mediante el transformador (26), caracterizada porque cada módulo de fase (74) del convertidor de corriente (22) del lado de la red posee una derivación de válvula (T1, T3, T5; T2, T4, T6) superior e inferior que presentan al menos dos subsistemas bipolares (76) que se encuentran conectados eléctricamente en serie, y porque el convertidor de corriente (20) del lado del generador y el convertidor de corriente (22) del lado de la red se encuentran vinculados el uno al otro del lado de la tensión continua mediante un cable de corriente continua (72).
2. Instalación de energía eólica (4) conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque como convertidor de corriente (20) del lado del generador se proporciona un diodo rectificador.
3. Instalación de energía eólica (4) conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque cada módulo de fase (74) del convertidor de corriente (20) del lado del generador posee una derivación de válvula (T1, T3, T5; T2, T4, T6) superior e inferior que presentan al menos dos subsistemas bipolares (76) que se encuentran conectados eléctricamente en serie.
4. Instalación de energía eólica (4) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque cada subsistema bipolar (76) presenta dos interruptores semiconductores (78, 80) que se encuentran conectados eléctricamente en serie y que pueden ser apagados, y un condensador acumulador (86), en donde este circuito en serie se encuentra conectado eléctricamente de forma paralela con respecto al condensador acumulador (86), en donde un punto de conexión entre ambos interruptores semiconductores (78, 80) que pueden ser apagados forma un borne de conexión (X2, X1) del subsistema bipolar (76) y en donde un polo del condensador acumulador (86) forma otro borne de conexión (X2, X1) de este subsistema bipolar (76).
5. Instalación de energía eólica (4) conforme a la reivindicación 4, caracterizada porque como interruptor semiconductor (78, 80) que puede ser apagado se proporciona un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT).
6. Instalación de energía eólica (4) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el convertidor de corriente (22) del lado de la red se encuentra dispuesto con el transformador (26) en el lado de la tensión alterna en la torre (14) de la instalación de energía eólica (4).
7. Instalación de energía eólica (4) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque el convertidor de corriente (20) del lado del generador se encuentra dispuesto con el generador (16) del lado de la tensión alterna en la góndola (12) de la instalación de energía eólica (4).
8. Parque de energía eólica (2) con al menos dos instalaciones de energía eólica (4) que presentan respectivamente un rotor (28), un generador (16), un convertidor de corriente (20) del lado del generador, y una estación de conversión de corriente (48) del lado de la red, la cual presenta un convertidor de corriente (88) de conmutación automática con un transformador (26) del lado de la tensión alterna que se encuentra conectado aguas abajo, donde estas instalaciones de energía eólica (4) y la estación de conversión de corriente (48) del lado de la red se encuentran vinculadas una a la otra del lado de la tensión continua, caracterizado porque cada módulo de fase (76) del convertidor de corriente (88) de conmutación automática de la estación de conversión de corriente (48) del lado de la red posee una derivación de válvula (T1, T3, T5; T2, T4, T6) superior e inferior que presentan al menos dos subsistemas bipolares (76) que se encuentran conectados eléctricamente en serie, y porque el convertidor de corriente (20) del lado del generador y el convertidor de corriente (88) de conmutación automática de la estación de conversión de corriente (48), se encuentran vinculados uno al otro mediante cables de corriente continua (72, 92).
9. Parque de energía eólica (2) conforme a la reivindicación 8, caracterizado porque como convertidor de corriente (22) del lado del generador de cada una de las instalaciones de energía eólica (4) se proporciona respectivamente un diodo rectificador.
10. Parque de energía eólica (2) conforme a la reivindicación 8, caracterizado porque cada módulo de fase (76) de un convertidor de corriente (20) del lado del generador de cada una de las instalaciones de energía eólica (4) posee una derivación de válvula (T1, T3, T5; T2, T4, T6) superior e inferior que presentan al menos dos subsistemas bipolares (76) que se encuentran conectados eléctricamente en serie.
11. Parque de energía eólica (2) conforme a una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque cada subsistema bipolar (76) presenta dos interruptores semiconductores (78, 80) que pueden ser apagados y que se

- encuentran conectados eléctricamente en serie y un condensador acumulador (86), en donde este circuito en serie se encuentra conectado eléctricamente de forma paralela con respecto al condensador acumulador (86), en donde un punto de conexión entre ambos interruptores semiconductores (78, 80) que pueden ser apagados forma un borne de conexión (X2, X1) del subsistema bipolar (76) y en donde un polo del condensador acumulador (86) forma otro borne de conexión (X1, X2) de este subsistema bipolar (76).
- 5
12. Parque de energía eólica (2) conforme a la reivindicación 11, caracterizado porque como interruptor semiconductor (78, 80) que puede ser apagado se proporciona un transistor bipolar de puerta aislada.
13. Parque de energía eólica (2) conforme a una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque un convertidor de corriente (20) del lado del generador de cada una de las instalaciones de energía eólica (4) se encuentra dispuesto respectivamente, de forma conjunta con un generador (16) correspondiente, del lado de la tensión alterna en una góndola (12) de una instalación de energía eólica (4).
- 10
14. Parque de energía eólica (2) conforme a una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque un convertidor de corriente (20) del lado del generador de cada una de las instalaciones de energía eólica (4) se encuentra dispuesto respectivamente en la torre (14) de una instalación de energía eólica (4), mientras que un generador (16) de cada una de las instalaciones de energía eólica (4) se encuentra dispuesto respectivamente en una góndola (12) de una instalación de energía eólica (4).
- 15

FIG 1

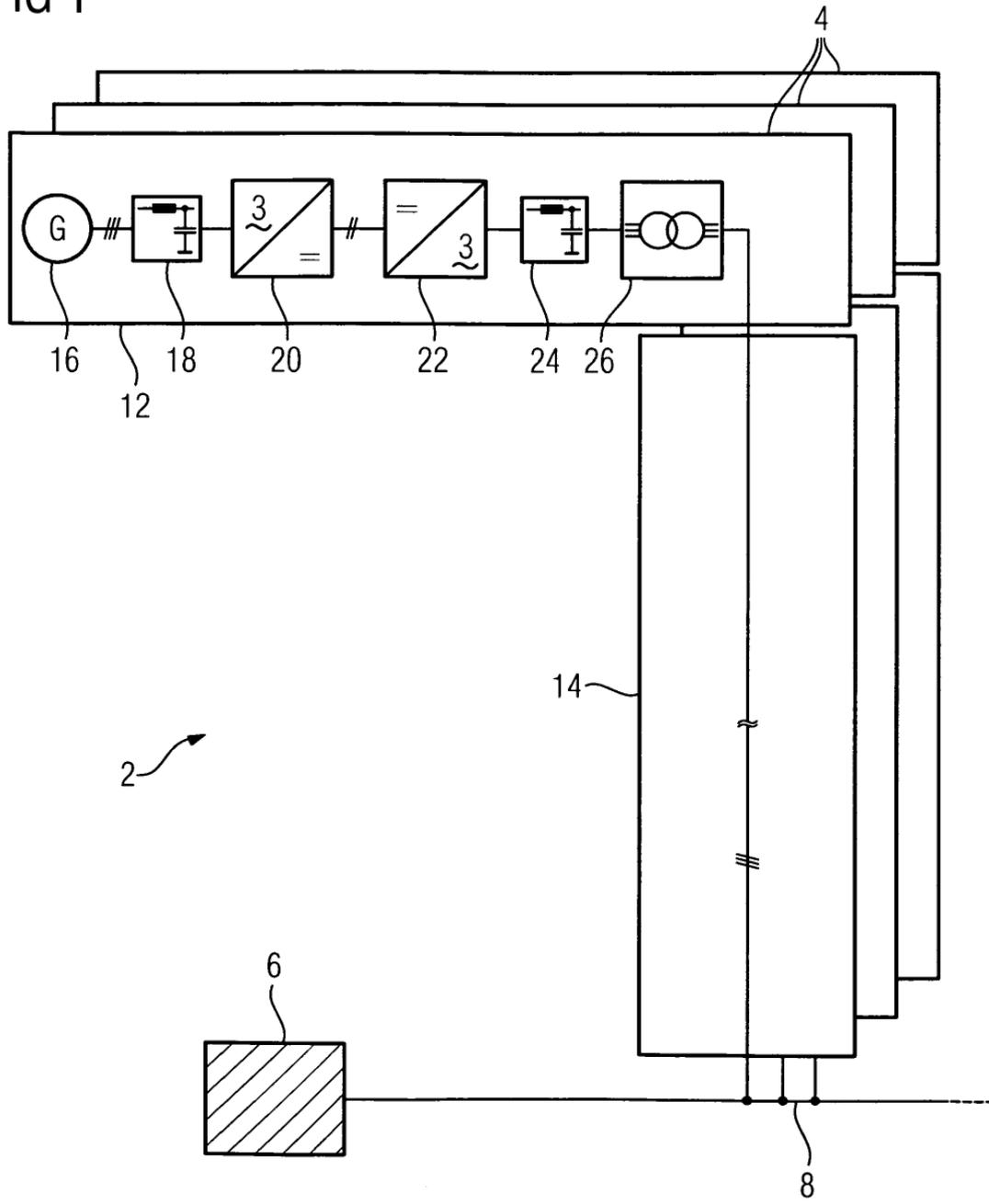


FIG 2

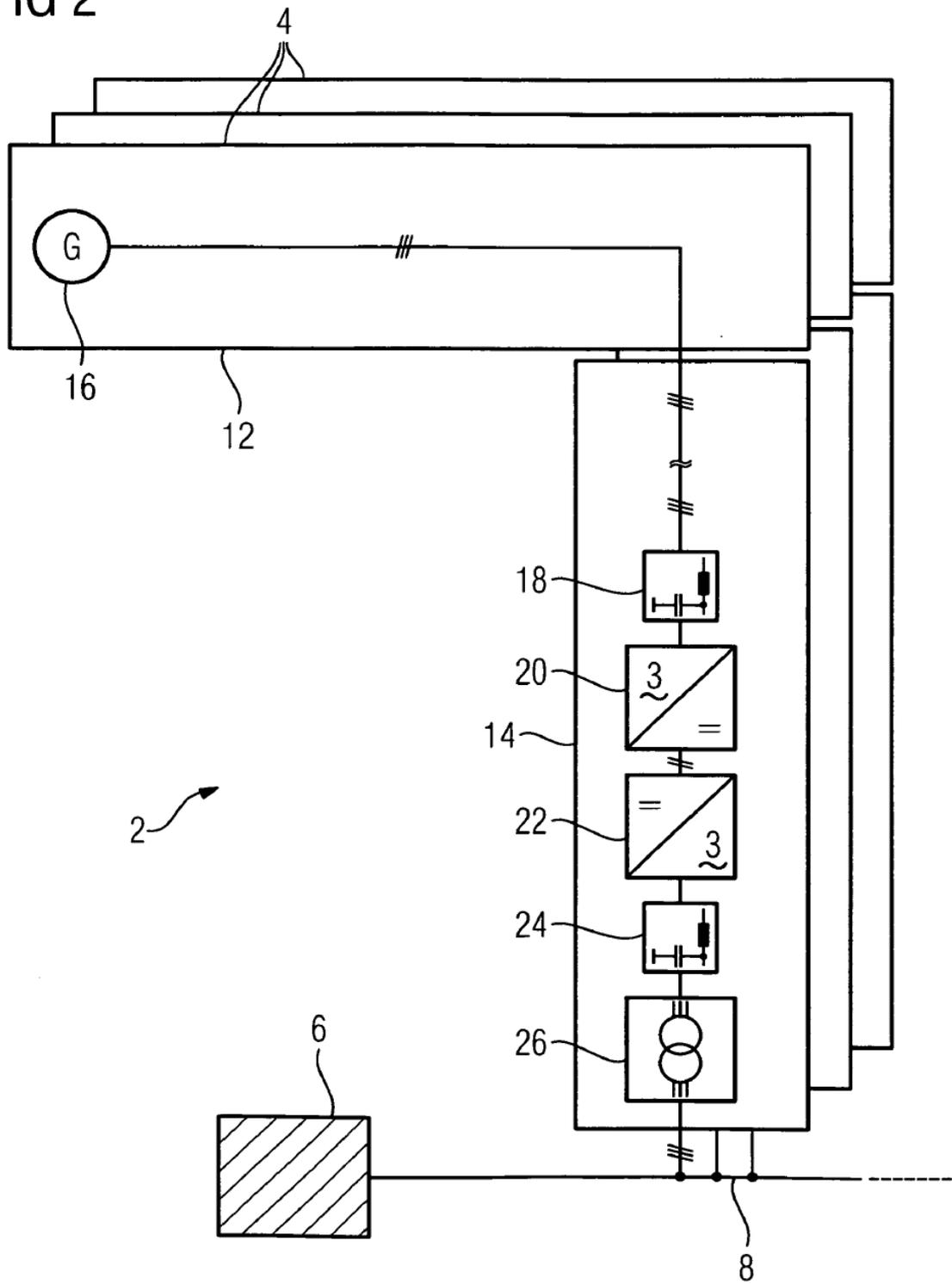


FIG 3

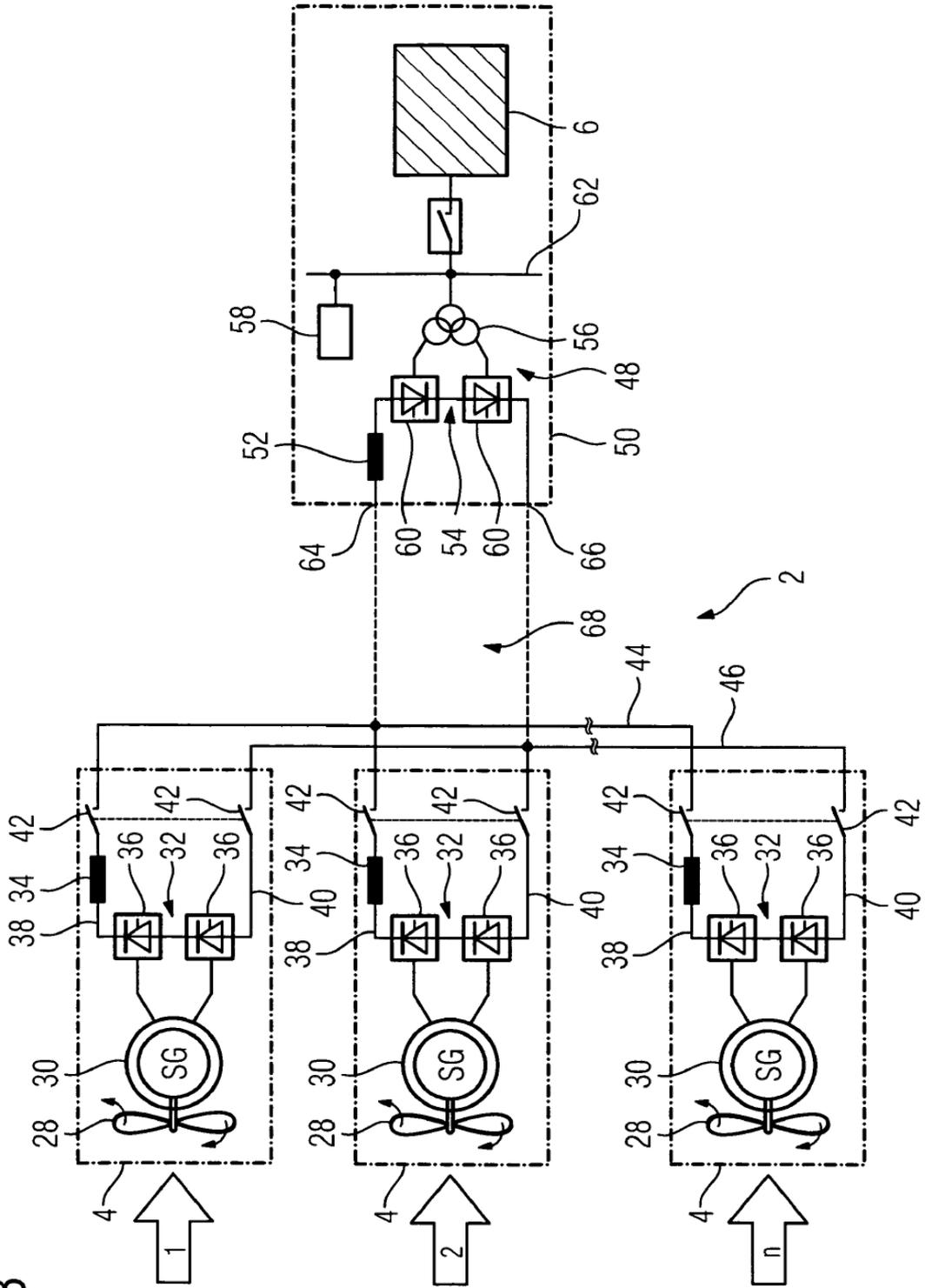


FIG 4

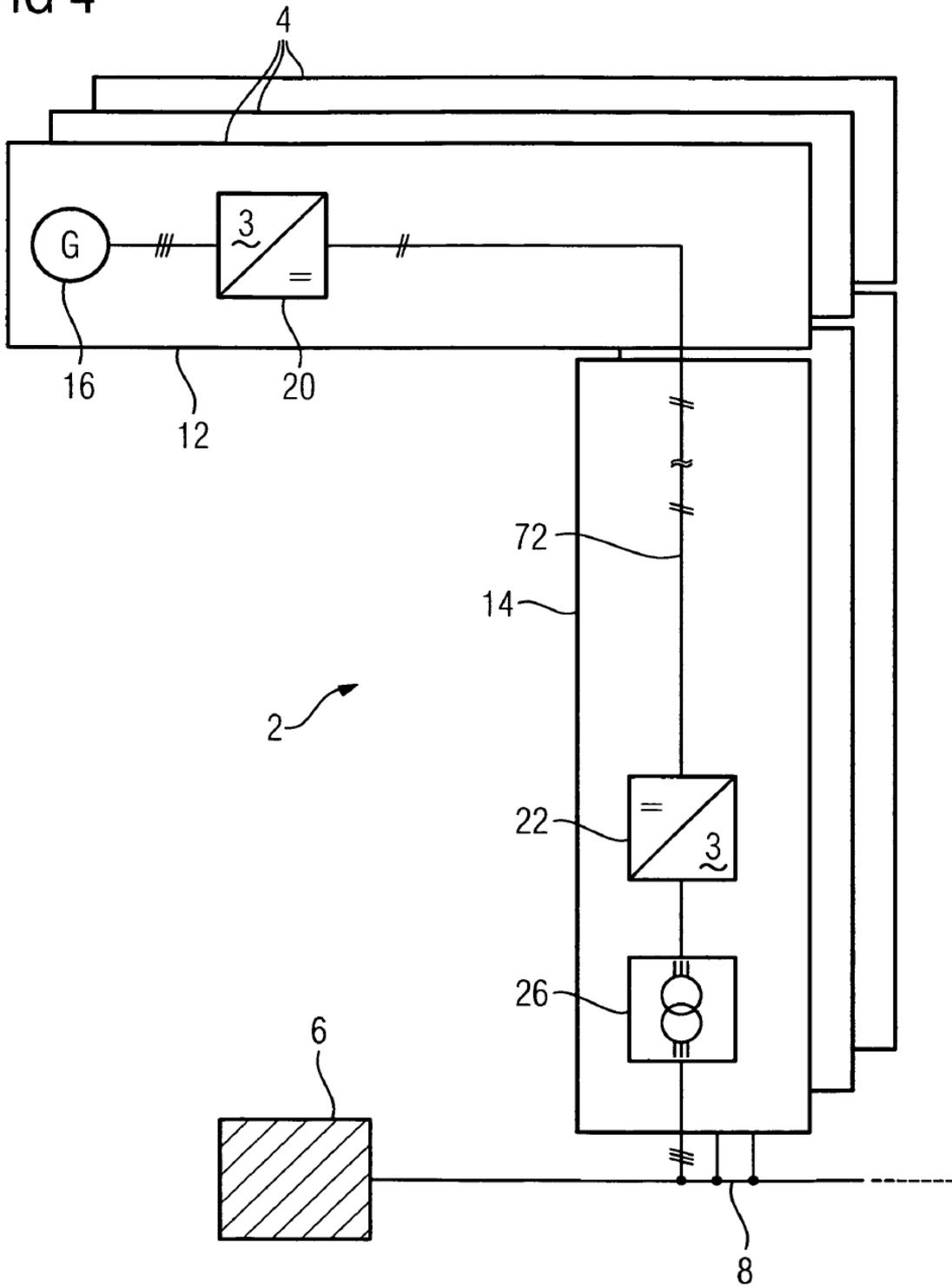


FIG 5

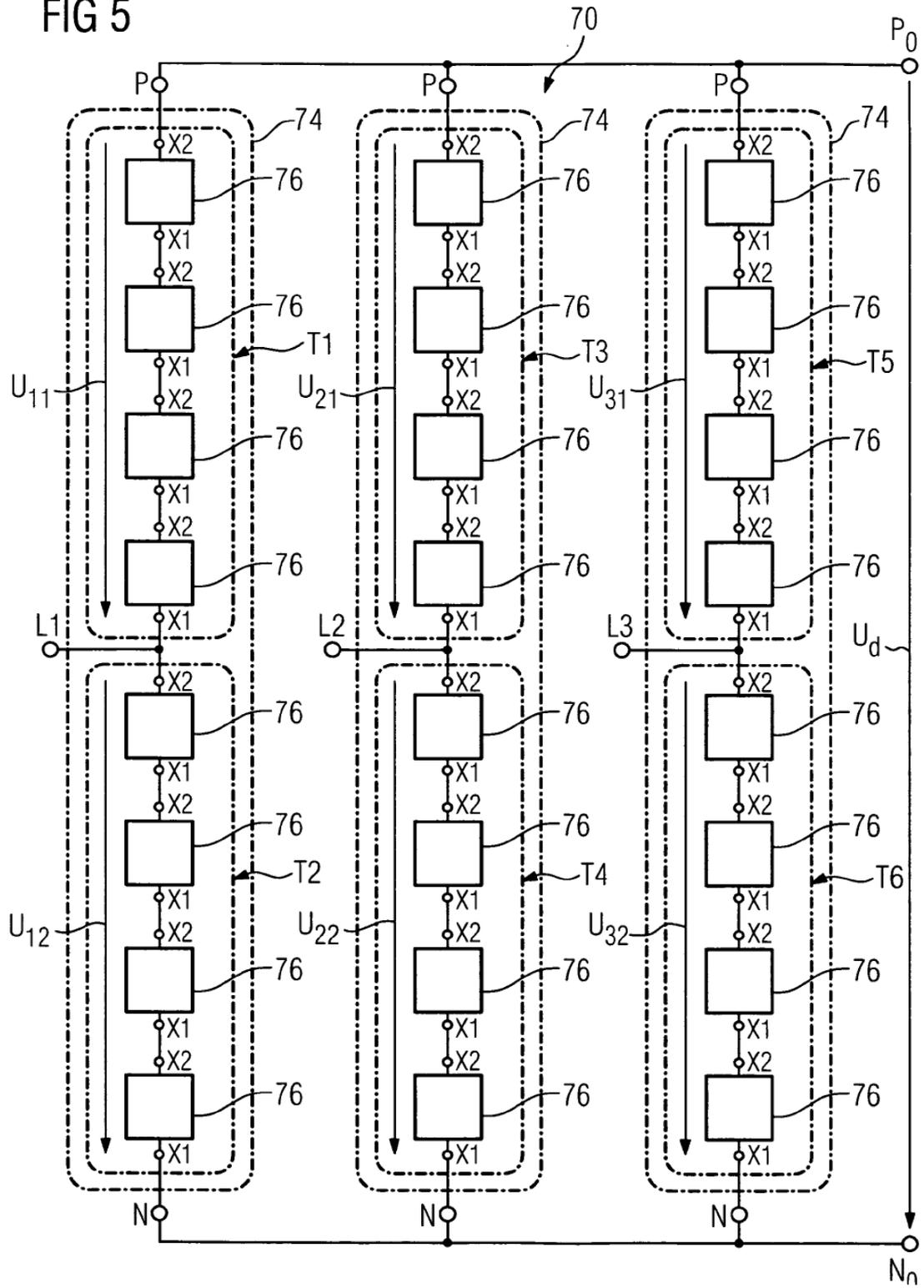


FIG 6

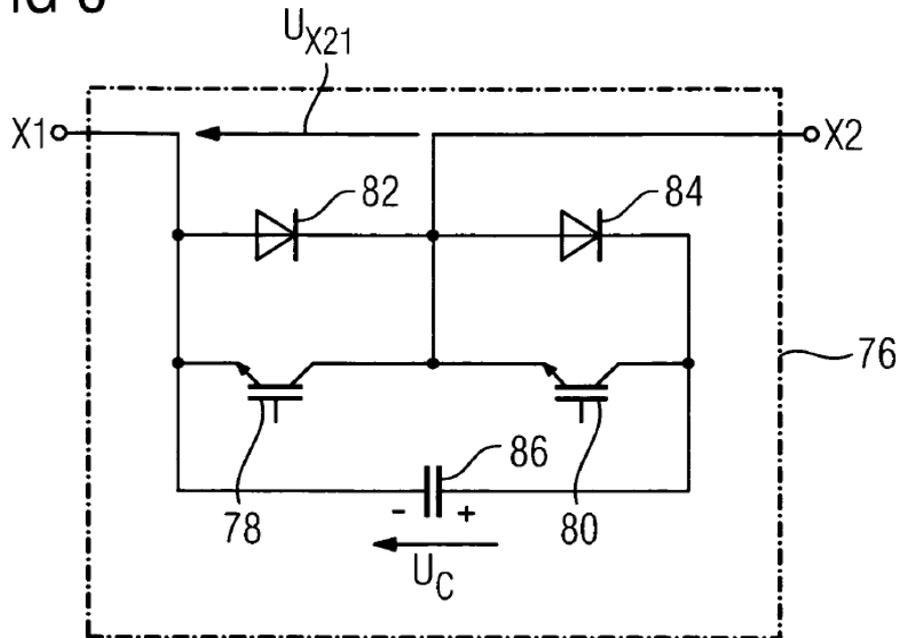


FIG 7

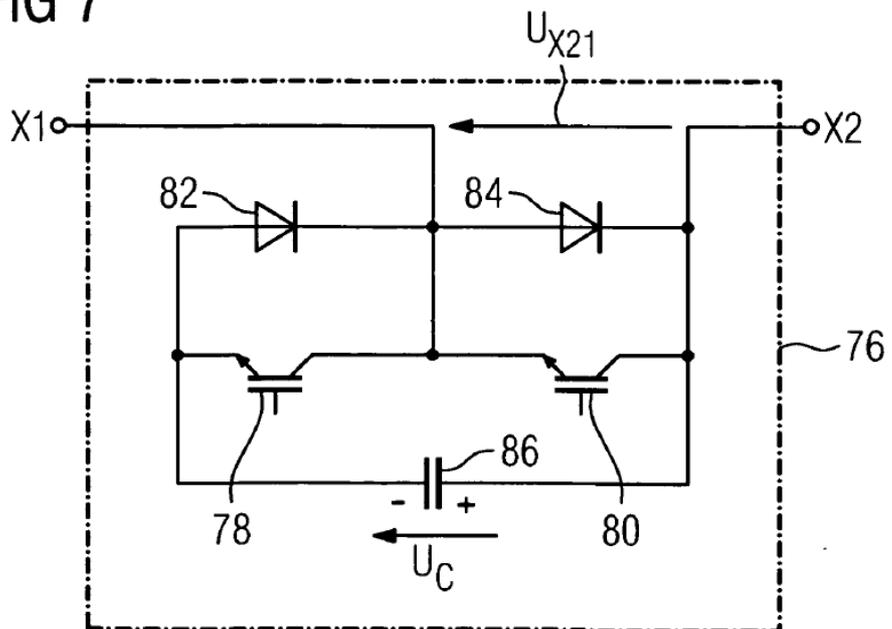


FIG 8

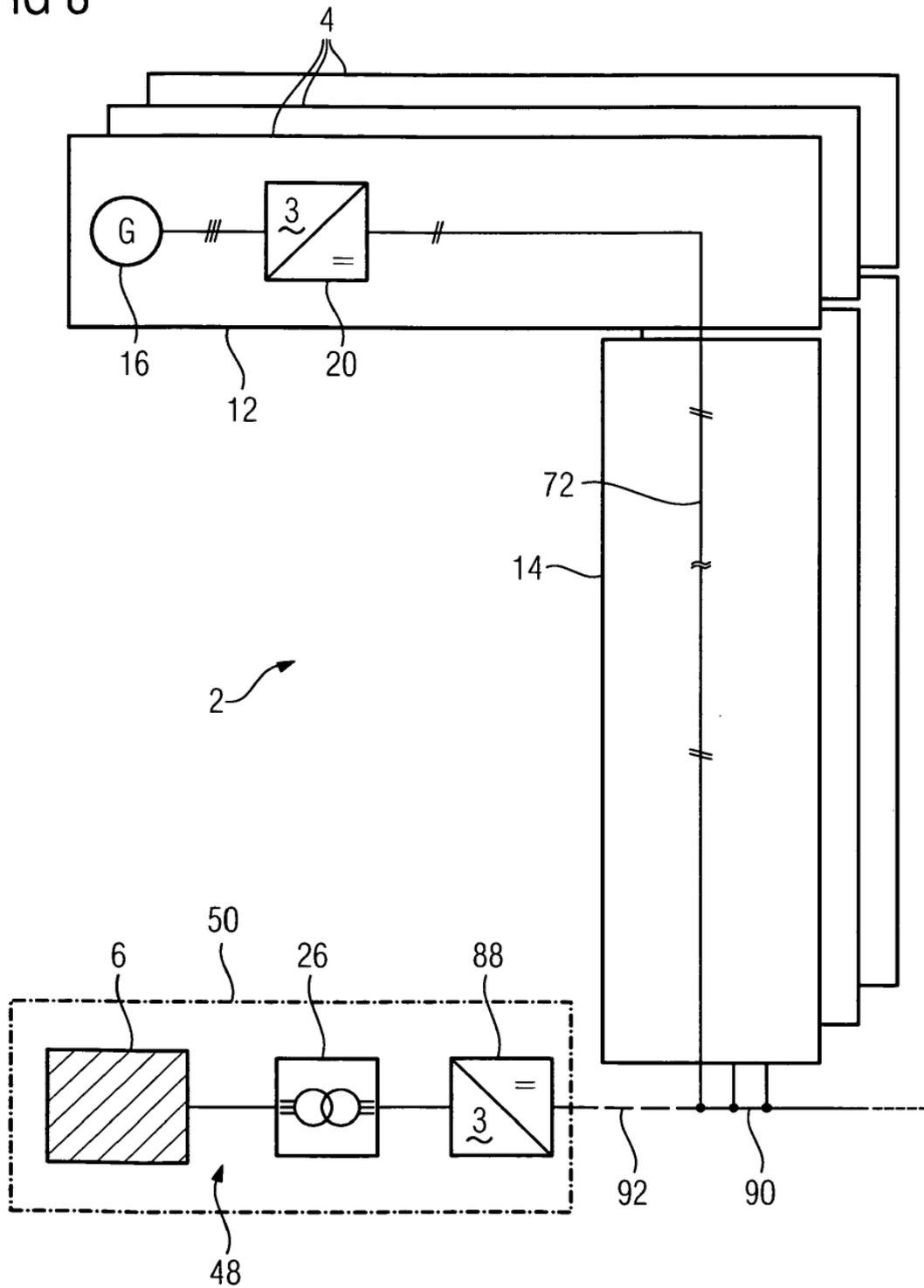


FIG 9

