

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 493**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/00** (2007.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

**H02M 5/458** (2006.01)

**H02M 7/493** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2001 E 01130145 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2013 EP 1244203**

54 Título: **Circuito convertidor de potencia para generadores con salida de potencia que varía dinámicamente**

30 Prioridad:

**22.03.2001 DE 10114075**

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

**10.01.2014**

73 Titular/es:

**SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH & CO. KG  
(100.0%)  
SIGMUNDSTRASSE 200  
90431 NÜRNBERG, DE**

72 Inventor/es:

**SCHREIBER, DEJAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 437 493 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

Circuito convertidor de potencia para generadores con salida de potencia que varía dinámicamente

5 La invención describe una instalación de circuito convertidor de potencia para utilizarla como un convertidor entre un generador con potencia de salida que varía dinámicamente y una rejilla de potencia de tensión media. Las potencias de salida que varían dinámicamente de este tipo aparecen por ejemplo en el caso de instalaciones de energía eólica, ya que la salida de potencia en este caso depende de la velocidad del viento. Las corrientes generadas típicamente son alimentadas en rejillas de potencia con una tensión de hasta unas pocas decenas de kilovoltios y frecuencias de 50 Hz o 60 Hz.

10 La técnica anterior cuando se aplica, al igual que con las instalaciones de energía eólica, con salidas de potencia que varían dinámicamente temporalmente de los generadores que producen la potencia está formada por las siguientes tecnologías.

15 Para salidas de generación de potencia de hasta aproximadamente 1 MW, se utilizan generadores con tensiones de hasta 690 V, por lo tanto la tensión en el circuito intermedio o en la conexión de corriente continua al convertidor de potencia es aproximadamente 1100 V. En los circuitos convertidores de potencia asociados, transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) de clases de tensión de 1200 V o 1700 V a menudo se utilizan como conmutadores de potencia. Para potencias más elevadas, estas tensiones del circuito intermedio de 1100 V son demasiado bajas, sin embargo, puesto que en este caso las pérdidas, por ejemplo en los cables de conexión, aumentan desproporcionadamente.

20 Por lo tanto, en el caso de generación de potencia con potencias desde aproximadamente 1 MW, se utilizan generadores de tensión media de clases de tensión normalizada de 2,2 kV, 3,3 kV, 4,16 kV y 6,3 kV. Las tensiones elevadas en el circuito intermedio que resultan a partir de esto requieren conmutadores de potencia de alto bloqueo tales como IGBT o tiristores controlados por puerta integrada (IGCT). Sin embargo, las variantes de alto bloqueo tienen la desventaja de que las pérdidas de conmutación son de 3 a 10 veces más elevadas que aquellas de las variantes normales.

25 Las máquinas asíncronas se utilizan como generadores para las tecnologías anteriormente mencionadas. Sin embargo, estos generadores resistentes requieren convertidores de cuatro cuadrantes para su utilización, como han sido descritos a título de ejemplo en los documentos DE 198 32 225 A1 y DE 198 32 226 A1, ya que estos generadores requieren una corriente de entrada para la excitación, la cual es alimentada y regulada a través de convertidores de cuatro cuadrantes.

30 Además, la generación de corriente utilizando máquinas asíncronas como generadores está incluida en la técnica anterior. A título de ejemplo, en el caso de la generación de corriente conocida en este caso, las tensiones de salida rectificadas de una pluralidad de generadores están conectadas a un circuito convertidor de potencia común. En este caso, las tensiones de corriente continua generadas por medio de transformadores y rectificadores conectados aguas abajo se utilizan en las conexiones a los convertidores de potencia, tensiones de corriente continua las cuales son del orden de magnitud de 1000 kV, ya que las pérdidas de potencia son bajas en este caso. Un gran número de IGBT o IGCT conectados en serie se utilizan en este caso como conmutadores de potencia. La elevada tensión en el circuito intermedio tiene la desventaja sin embargo de que, en el caso de tensiones en el circuito intermedio de este tipo y tiempos de conmutación relativamente lentos de por ejemplo 1  $\mu$ s, resultan valores instantáneos del cambio de tensión de 100 kV/ $\mu$ s. De modo que para que valores elevados de este tipo del cambio de tensión no conduzcan a la destrucción de las bobinas, como se encuentran en el generadores y el transformador, elementos de bobina y condensador (LC) pasivos adicionales deben ser integrados como filtros. Todos estos requisitos incrementan el desembolso y por lo tanto también los costes de una generación de corriente de este tipo. Adicionalmente, estos circuitos convertidores de potencia anteriormente mencionados no pueden ser adaptados de forma flexible a generadores de tensiones y clases de comportamiento diferentes.

35 Una desventaja adicional de la invención de la utilización de únicamente un circuito convertidor de potencia para una pluralidad de generadores que funcionan dinámicamente en términos de su salida de potencia se basa en el hecho de que, debido a su excitación constante, los generadores no funcionan con una velocidad de giro idéntica y por lo tanto tampoco con una tensión de salida idéntica. Por lo tanto, se utilizan diversos tipos de mecanismos de regulación, a todo lo cual es inherente un incremento de las pérdidas durante la generación de potencia.

40 La presente invención se basa en el objeto de presentar un circuito convertidor de potencia, el cual genera una tensión de red de alta calidad incluso a potencias de salida bajas y funciona de forma fiable con alto rendimiento sobre la gama entera de potencia y el cual alimenta la potencia de salida temporalmente variable de un generador de tensión media que genera potencia en una red de alta tensión, la potencia de salida variable siendo debida a una velocidad de giro variable del generador, lo cual conduce directamente a una tensión de salida variable y también a una frecuencia de salida variable; adicionalmente, la instalación del circuito convertidor de potencia debe ser simple para que se adapte a diferentes niveles de potencia de los generadores y también tolerante con respecto al fallo de los conmutadores de potencia individuales, en donde esto no debe conducir al fallo o a la reducción de la potencia

del generador de potencia.

La técnica anterior se expone con más detalle en el documento WO 00/21186, el cual se refiere a un sistema de transmisión de energía eléctrica para transmitir energía eléctrica desde un primer generador que genera tensión de corriente alterna a través de una línea de transmisión a una red eléctrica de corriente alterna, con una instalación del circuito la cual convierte la primera tensión de corriente alterna generada por el generador a una primera tensión de corriente continua y alimenta la misma dentro de la línea de transmisión y con un primer inversor el cual está conectado a la salida de la línea de transmisión y convierte la primera tensión de corriente continua en una segunda tensión de corriente alterna y alimenta la misma dentro de la red de corriente alterna. Más específicamente, se expone un sistema de transmisión de energía eléctrica para transmitir energía eléctrica desde un primer generador que genera una primera tensión del inversor a través de una línea de transmisión hasta una red eléctrica de corriente alterna, con una instalación del circuito, la cual convierte la primera tensión de corriente alterna generada por el generador en una primera tensión de corriente continua y alimenta la misma dentro de la línea de transmisión y un primer inversor el cual está conectado a la salida de la línea de transmisión y convierte la primera tensión de corriente continua a una segunda tensión de corriente alterna y alimenta la misma dentro de la red de corriente alterna, la instalación del circuito estando provista de un circuito convertidor de potencia, el cual convierte la primera tensión de corriente alterna generada por el generador en una tercera tensión de corriente alterna, un primer transformador, el cual convierte la tercera tensión de corriente alterna en una cuarta tensión de corriente alterna y un primer rectificador, el cual convierte la cuarta tensión de corriente alterna en la primera tensión de corriente continua.

El documento WO 93/11604 expone un convertidor de potencia de turbina eólica para suavizar una potencia de salida desde una turbina eólica de velocidad variable, a fin de reducir las fluctuaciones de potencia en la potencia de salida. El convertidor de potencia tiene un convertidor de CA/CC del lado del generador, el cual está conectado a un generador de velocidad variable, el cual convierte la energía eólica en energía eléctrica, un inversor CC/AC del lado de la línea, el cual está conectado a una red pública de potencia y una conexión de tensión de corriente continua, la cual está conectada a un aparato de almacenaje para energía eléctrica, tal como una batería o una célula de combustible o una célula fotovoltaica o solar. Un control inversor y un control de potencia regulan la corriente por medio de conmutadores activos en el inversor del lado de la línea, a fin de distribuir una combinación deseada de potencia real y reactiva a la red de potencia.

El documento DE 196 14 627 expone un sistema de convertidor de potencia para suministrar por lo menos a un consumidor a partir de una red de alta tensión, en el que el sistema convertidor de potencia contiene una pluralidad de componentes de sistemas de convertidores de potencia y cada componente del sistema de convertidor de potencia contiene por lo menos un convertidor de potencia de entrada, un elemento fusible de tensión y un inversor, estando provistos medios los cuales en cada caso sin la conexión aguas arriba, intermedia o aguas abajo de un transformador a) lleva a cabo una conexión en serie del convertidor de potencia de entrada de los componentes de los sistemas convertidores de potencia en el caso de que sea alimentada una alta tensión de corriente alterna y b) lleva a cabo una alimentación paralela dentro de los elementos fusibles de tensión de los componentes de los sistemas convertidores de potencia en el caso de la alimentación de una tensión de corriente continua.

La invención proporciona un circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1. Formas de realización preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones subordinadas.

La invención reivindicada se puede comprender mejor por medio de formas de realización ejemplares descritas e ilustradas en este documento publicado, esto es en la presente descripción y también en los dibujos. Globalmente, la presente exposición refleja formas de realización ejemplares preferidas de la invención. Sin embargo, a un lector atento se le ocurrirá que unos pocos aspectos de las formas de realización ejemplares descritas van más allá del ámbito protector de las reivindicaciones. En la medida en que las formas de realización ejemplares descritas realmente vayan más allá del ámbito protector de las reivindicaciones, las formas de realización ejemplares descritas se tiene que considerar como información antecedente adicional y no constituyen una definición de la invención por sí mismas.

La generación de potencia según una configuración de la presente exposición consta de los siguientes componentes esenciales:

La instalación del circuito rectificador conectada directamente aguas abajo genera una tensión de corriente continua entre 0 V y aproximadamente  $1,35 \times U_{gen}$ . Según la técnica anterior, diodos o tiristores preferiblemente se utilizan como componentes para esta instalación del circuito rectificador. Los tiristores estando provistos de la ventaja de que son capaces de desacoplar las líneas de transmisión de tensión de corriente continua en el caso de un fallo del generador.

La línea de tensión de corriente continua aguas abajo conecta la instalación del circuito rectificador al convertidor de potencia. En una configuración, esto consiste en una instalación en serie en cascada de "células convertidoras de potencia" de la invención, cada una de estas células convertidoras de potencia estando construida por su parte a partir de:

- un conmutador de puenteo para puentear o desconectar la célula del convertidor de potencia;
- un diodo de entrada;
- 5 - por lo menos un condensador del circuito intermedio;
- por lo menos un circuito de puente de fase individual, preferiblemente un circuito de puente de tres fases, para cada fase consistiendo en un conmutador de potencia en posición superior (TOP) y uno en posición inferior (BOT) en cada caso con por lo menos un diodo de rueda libre conectado en paralelo en cada caso.
- 10 Cada uno de los conmutadores de potencia para este componente preferiblemente consiste en un circuito paralelo de una pluralidad de transistores de potencia, preferiblemente IGBT de tipos normales, ya que éstos tienen pérdidas inferiores durante el funcionamiento comparados con las variantes de alto bloqueo;
- un reactor en línea por fase;
- 15 - un devanado primario del transformador de tensión media por fase.

El número mínimo requerido de células del convertidor de potencia para un convertidor de potencia de una potencia máxima determinada resulta a partir de la división directa de la tensión de corriente continua máxima generada por el generador con el circuito rectificador conectado aguas abajo por la tensión máxima en el circuito intermedio de una célula del convertidor de potencia. Un número más alto que este número mínimo de células del convertidor de potencia conduce a una redundancia en el interior del convertidor de potencia, el beneficio de lo cual se describe con más detalle más adelante en este documento.

25 La utilización inventiva de las células del convertidor de potencia se describe en lo que sigue a continuación. La potencia mínima necesaria para una generación eficaz de potencia se determina a partir de la tensión en el circuito intermedio de una célula del convertidor de potencia individual.

30 El control superior utilizará únicamente una célula del convertidor de potencia deseada en el caso de una tensión en el circuito intermedio menor que o igual a la tensión máxima en el circuito intermedio  $U_{z,max}$  de una célula del convertidor de potencia, todas las otras células del convertidor de potencia son puenteadas por medio de sus conmutadores de puenteo y por lo tanto inactivas. La instalación entera del circuito funciona como un circuito de puente de tres fases con un rectificador de entrada según la técnica anterior.

35 Incrementando la velocidad de giro del generador conduce a un incremento de la tensión del generador y también la tensión de corriente continua de transmisión rectificada. Tan pronto como ésta exceda del valor máximo de la tensión en el circuito intermedio de una célula del convertidor de potencia, una célula adicional del convertidor de potencia es conectada por medio del conjunto de control superior. Dos células del convertidor de potencia están entonces activas, la tensión siendo dividida en partes iguales a las mismas y siendo posible para ambas funcionar en su gama de funcionamiento ideal. Todas las células adicionales son puenteadas por medio de sus conmutadores de puenteo y están inactivas. En este estado de funcionamiento, el control superior puede seleccionar dos cualesquiera deseadas a partir de todas las células del convertidor de potencia. Esta selección es dinámica, esto es, también es posible conmutar dinámicamente entre diversos grupos (en este caso dos grupos) de células activas del convertidor de potencia en el caso de una potencia de entrada constante, esto es, una tensión constante en el

40

45

45 circuito intermedio. Esto puede tener lugar según un ritmo fijo o también como una función de diversos parámetros, tal como por ejemplo la temperatura de los conmutadores de potencia.

Incrementando adicionalmente la velocidad de giro del generador conduce a un incremento adicional de la tensión de transmisión de corriente continua. Tan pronto como ésta excede un valor formado por la suma de las tensiones en el circuito intermedio de todas las células activas del convertidor de potencia, una célula adicional del convertidor de potencia es conectada por el conjunto de control superior. Este procedimiento continúa hasta que se alcanza la máxima potencia.

50

Por supuesto, un procedimiento análogo se utiliza para reducir las células activas del convertidor de potencia. En el caso de un comportamiento temporalmente dinámico de la salida de potencia del generador, esto conduce a un número temporalmente dinámico de células activas o pasivas, esto es células puenteadas del convertidor de potencia. En cada estado de funcionamiento, el control superior puede seleccionar el número requerido a partir de todas las células del convertidor de potencia como se desea para cada tensión de transmisión de corriente continua. La selección es dinámica, esto es, es posible conmutar dinámicamente entre diversos grupos de células activas del convertidor de potencia tanto en el caso de la variación de la potencia de entrada o la tensión en el circuito intermedio como en el caso de una tensión de entrada constante o la tensión en el circuito intermedio.

55

60

Cuando funciona el convertidor de potencia en la gama de potencia directamente por debajo de la potencia nominal, no todas las células del convertidor de potencia están activas. Incluso en el caso de convertidores de potencia estructurados de forma redundante con un número más elevado de células del convertidor de potencia, el convertidor de potencia tiene células del convertidor de potencia inactivas las cuales son necesarias para el

65

funcionamiento. Estas células del convertidor de potencia pueden suministrar potencia reactiva a la red de potencia durante los momentos en los cuales no son accionadas como células del convertidor de potencia.

En lo que sigue a continuación se explica la idea inventiva a título de ejemplo sobre la base de la figura 1.

- 5 La figura 1 muestra una instalación de energía eólica de 6 MW que consta de:
- una máquina síncrona excitada permanentemente 1 como generador con una tensión de salida máxima de 6.6 kV
  - 10 - un rectificador de puente 2 conectado directamente a la misma
  - una línea de conexión 3 de la tensión de corriente continua de transmisión a un convertidor de potencia que consta de células del convertidor de potencia de la invención 4
  - 15 - un transformador de alta tensión 5 para suministrar una red de alta tensión de 35 kV.

20 Las instalaciones de energía eólica de este tipo por ejemplo pueden ser utilizadas como un parque de instalación de energía eólica en zonas costeras para la generación de potencia. Típicamente para esta utilización, la velocidad de giro variable de generador está causada por la variación de las velocidades del viento. El circuito convertidor de potencia de la invención permite la generación de potencia con alto rendimiento y bajo gasto mecánico entre una velocidad máxima y mínima del viento, ambas previamente determinadas por medio de las condiciones limítrofes mecánicas de la instalación de energía eólica.

25 La tensión máxima de corriente continua de transmisión de aproximadamente 9 kV generada por el generador 1 y la instalación del circuito rectificador conectado aguas abajo 2 está conectada por medio de la línea de tensión de corriente continua 3 a las células del convertidor de potencia 4 en cascada conectadas en serie. En el caso de la utilización de IGBT de 1700 V como transistores de potencia con una tensión del circuito intermedio de la célula del convertidor de potencia de 1080 V, diez células del convertidor de potencia se requieren para convertir la tensión de corriente continua de transmisión a una tensión de corriente alterna de 1 o 3 fases, la cual por su parte suministra energía a la red de alta tensión (50 Hz o 60 Hz), por medio de un transformador. En este caso todavía no se tiene en cuenta la redundancia para la sustitución de una célula del convertidor de potencia defectuosa por medio de otra. Cada célula adicional del convertidor de potencia más allá de las diez células del convertidor de potencia puede ser utilizada para asegurar la función completa de generación de potencia sin reducción de potencia en el caso de fallo de una célula del convertidor de potencia.

35

Cada célula del convertidor de potencia 4 consta de:

- 40 - una inductancia parasitaria 41 de la línea de conexión
- un conmutador de puenteo 43 para puentear la célula del convertidor de potencia
- un diodo de entrada 42
- 45 - por lo menos un condensador del circuito intermedio 44
- un circuito de puente de 3 fases, para cada fase consistiendo en un conmutador de potencia en posición superior (TOP) 451 y otro en posición inferior (BOT) 453 en cada caso con por lo menos un diodo de rueda libre conectado en paralelo 452, 454 en cada caso. Cada uno de los conmutadores de potencia 451, 453 por su parte consiste en un circuito en paralelo de una pluralidad de transistores de potencia.
- 50

Empezando con una tensión de corriente continua de conexión mínima  $U_{z,min}$  hasta una tensión de corriente continua de conexión igual a la tensión máxima de funcionamiento del circuito intermedio  $U_{z,max}$  de una célula del convertidor de potencia de 1200 V, únicamente una célula activa se conmuta a activa por medio del control superior, el cual conoce la tensión del circuito intermedio, todas las células adicionales son puenteadas por medio de su conmutador de puenteo 43 y por lo tanto están inactivas. La tensión entera del circuito intermedio cae por encima de la célula del convertidor de potencia activa individual. La señal de salida regulada por el control de la propia célula es transmitida en los tres devanados primarios 51, 52, 53 del transformador de tensión media 5, los cuales están asignados a esta célula del convertidor de potencia, a los devanados secundarios correspondientes 54, 55, 56.

55

60 El control superior conmutará todas las células del convertidor de potencia a activas en el caso de una tensión constante del circuito intermedio, fin de asegurar una carga de trabajo uniforme y por lo tanto una vida útil igual de todas las células del convertidor de potencia.

65 Si la tensión de corriente continua de conexión se eleva por encima de 1200 V, las dos células del convertidor de potencia son conmutadas a activas por medio del control superior. La tensión del circuito intermedio entonces en

cada caso cae en la mitad sobre las dos células del convertidor de potencia. En este estado de funcionamiento también, con las dos células activas, cíclicamente diferentes pares de células son conmutadas a activas a fin de asegurar una carga uniforme de todas las células del convertidor de potencia.

5 Globalmente, una elevación o una reducción de la tensión del circuito intermedio es detectada por el control superior y células del convertidor de potencia adicionales son conmutadas a activas o, en el caso de una reducción, conmutadas a inactivas. Por lo tanto, la tensión del circuito intermedio siempre podrá caer sobre el número adecuado de células del convertidor de potencia. El control cíclico de los diversos grupos de células o células individuales también se mantiene en el caso de tensiones del circuito intermedio que varíen temporalmente.

10

La exposición anterior se puede resumir como sigue:

15 Punto 1: un circuito convertidor de potencia que consta de una instalación de circuito rectificador (2) para convertir la corriente alterna generada en el generador de tensión de corriente alterna (1) en una corriente continua, una conexión de corriente continua (3) de la instalación del circuito rectificador a un convertidor de potencia, un transformador de tensión media (5) y también un control superior, para suministrar a una red de alta tensión, la potencia siendo generada por medio de un generador de corriente alterna de tensión media (1) con velocidad de giro que varía temporalmente y frecuencia que varía temporalmente, tensión y potencia que resultan a partir de los mismos, caracterizado porque el convertidor de potencia está construido a partir de una instalación en serie en cascada de una pluralidad de células del convertidor de potencia (4), estas células del convertidor de potencia (4) son conmutadas dinámicamente a activas o inactivas mediante un control superior como una función de la salida de potencia por el generador de tensión de corriente alterna (1) y también cada fase de cada célula del convertidor de potencia 4 suministra a un devanado del lado primario (51, 52, 53) del transformador de tensión media 5.

25 Punto 2: el circuito convertidor de potencia según el punto 1, caracterizado porque el generador de tensión de corriente alterna (1) está construido como una máquina síncrona con control del campo del rotor o imanes permanentes.

30 Punto 3: el circuito convertidor de potencia según el punto 1, caracterizado porque una célula del convertidor de potencia (4) está construida a partir de un conmutador de puenteo (43) para puentear o desconectar la célula del convertidor de potencia, un diodo de entrada 42, por lo menos un condensador del circuito intermedio (44), un circuito de puenteo de por lo menos 1, preferiblemente de 3 fases y también, por fase, una bobina del reactor 455 en cada caso y también un devanado primario (51, 52, 53) del transformador de tensión media.

35 Punto 4: el circuito convertidor de potencia según el punto 3 caracterizado porque cada fase de la célula del convertidor de potencia consiste en un conmutador de potencia en posición superior (TOP) 451 y uno en posición inferior (BOT) 453 en cada caso con por lo menos un diodo de rueda libre conectado en paralelo (452, 454) en cada caso, cada uno de los conmutadores de potencia por su parte consistiendo en un circuito paralelo de una pluralidad de transistores de potencia.

40

Punto 5: el circuito convertidor de potencia según el punto 4 caracterizado porque los transistores de potencia consisten en transistores bipolares de puerta aislada (IGBT).

45 Punto 6: el circuito convertidor de potencia según el punto 1 caracterizado porque la señal de salida de cada célula activa del convertidor de potencia es supervisada y regulada por medio de su propio circuito de control.

Punto 7: el circuito convertidor de potencia según el punto 1 caracterizado porque el control superior cíclicamente conmuta las células activas del convertidor de potencia a activas o inactivas según un ritmo fijo y/o como una función de por lo menos un parámetro medido y/o calculado.

50

Punto 8: el circuito convertidor de potencia según el punto 1 caracterizado porque por medio de un número de células del convertidor de potencia mayor que N, el cual es necesario como una función de la potencia del generador, la función del circuito convertidor de potencia puede ser compensada sin pérdida de potencia a pesar del fallo de N células del convertidor de potencia.

55

Punto 9: el circuito convertidor de potencia según el punto 1 caracterizado porque el circuito convertidor de potencia se puede adaptar a diferentes clases de comportamiento de los generadores cambiando el número de células del convertidor de potencia 4.

60

Punto 10: el circuito convertidor de potencia según el punto 1 caracterizado porque la potencia reactiva puede ser suministrada a la red de tensión media durante un funcionamiento a carga parcial.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un circuito convertidor de potencia con  
una instalación de circuito rectificador (2) para convertir la corriente alterna generada en el generador de tensión de corriente alterna (1) en una corriente continua,  
un convertidor de potencia,  
10 una conexión de corriente continua (3) de la instalación del circuito rectificador a un convertidor de potencia,  
un transformador de tensión media (5) para suministrar a una red de alta tensión, y también,  
15 un control superior, en el que  
la potencia es generada por medio de un generador de corriente alterna de tensión media (1) con velocidad de giro que varía temporalmente y frecuencia que varía temporalmente, tensión y potencia que resultan a partir de los mismos,  
20 el convertidor de potencia está construido a partir de una instalación en serie en cascada de una pluralidad de células del convertidor de potencia (4), estas células del convertidor de potencia (4) son conmutadas dinámicamente a activas o inactivas mediante un control superior como una función de la salida de potencia por el generador de tensión de corriente alterna (1), cada fase de cada célula del convertidor de potencia 4 suministra a un devanado del lado primario (51, 52, 53) del transformador de tensión media 5 y caracterizado porque cada una de las células del convertidor de potencia (4) tiene un conmutador de puenteo (43) para puentear o desconectar la célula del convertidor de potencia (4).  
25
- 30 2. El circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1 en el que el generador de tensión de corriente alterna (1) está construido como una máquina síncrona con control del campo del rotor o imanes permanentes.
- 35 3. El circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1 en el que una célula del convertidor de potencia (4) está construida a partir de un conmutador de puenteo (43), un diodo de entrada 42, por lo menos un condensador del circuito intermedio (44), un circuito de puente de por lo menos 1, preferiblemente 3 fases y también, por fase, una bobina del reactor en cada caso y también un devanado primario (51, 52, 53) del transformador de tensión media.
- 40 4. El circuito convertidor de potencia según la reivindicación 3 en el que cada fase de la célula del convertidor de potencia consiste en un conmutador de potencia en posición superior (TOP) y uno en posición inferior (BOT) (451, 453) en cada caso con por lo menos un diodo de rueda libre conectado en paralelo (452, 454) en cada caso, en el que cada uno de los conmutadores de potencia por su parte consiste en un circuito paralelo de una pluralidad de transistores de potencia.
- 45 5. El circuito convertidor de potencia según la reivindicación 4 en el que los transistores de potencia consisten en transistores bipolares de puerta aislada (IGBT).
- 50 6. El circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1 en el que la señal de salida de cada célula activa del convertidor de potencia es supervisada y regulada por medio de su propio circuito de control.
7. El circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1 en el que el control superior cíclicamente conmuta las células activas del convertidor de potencia a activas o inactivas según un ritmo fijo y/o como una función de por lo menos un parámetro medido y/o calculado.
- 55 8. El circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1 en el que por medio de un número de células del convertidor de potencia mayor que N, el cual es necesario como una función de la potencia del generador, la función del circuito convertidor de potencia puede ser compensada sin pérdida de potencia a pesar del fallo de N células del convertidor de potencia.
- 60 9. El circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1 en el que el circuito convertidor de potencia se puede adaptar a diferentes clases de comportamiento de los generadores cambiando el número de células del convertidor de potencia 4.
- 65 10. El circuito convertidor de potencia según la reivindicación 1 en el que la potencia reactiva puede ser suministrada a la red de tensión media durante un funcionamiento a carga parcial.

11. El circuito convertidor de potencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que por lo menos una célula del convertidor de potencia (4) es conmutada a activa si el control superior detecta un incremento de la tensión del circuito intermedio y por lo menos una célula del convertidor de potencia (4) es conmutada a inactiva si el control superior detecta una reducción de la tensión del circuito intermedio.

5

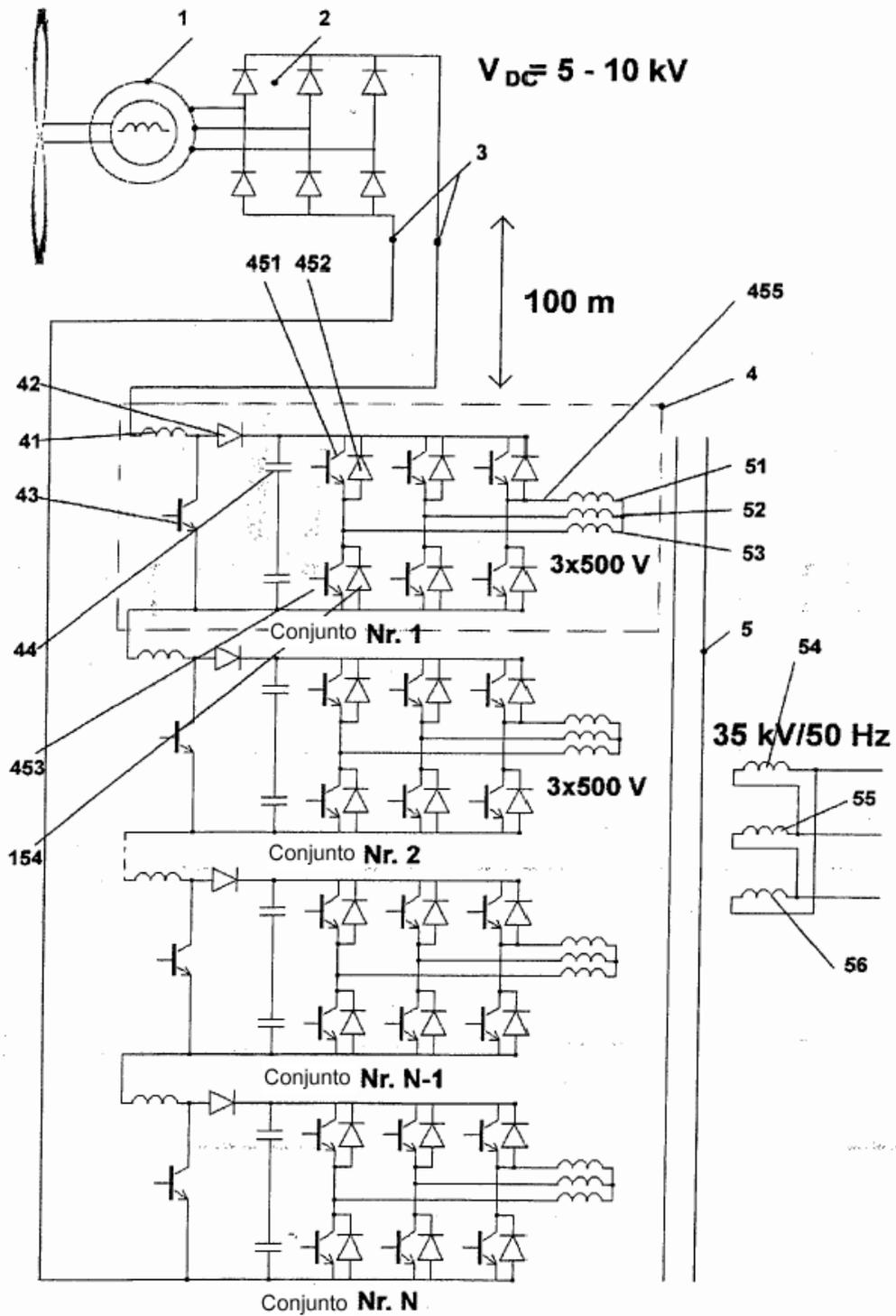


Fig. 1