

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 462**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02H 7/06 (2006.01)

H02H 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2011 PCT/DK2011/050243**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2012 WO12000508**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2011 E 11729050 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 2589129**

54 Título: **Turbina eólica**

30 Prioridad:

30.06.2010 US 359841 P
30.06.2010 DK 201070307

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.03.2020

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

GUPTA, AMIT, KUMAR;
TRIPATHI, ANSHUMAN;
ANBARASU, RAMASAMY;
STYHM, OVE;
OPINA, GIL, LAMPONG, JR;
KARUPPANAN, YUGARAJAN;
LI, BING y
CAO, SHU, YU

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 749 462 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

Turbina eólica

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a una turbina eólica.

Antecedentes

10 Pueden usarse uno o más volcados de carga para una turbina eólica basada en generador de imanes permanentes (PM). Si se usa un volcado de carga, puede situarse a través del enlace de CC o a través de los terminales del generador de PM. Si se usan dos volcados de carga, uno puede situarse a través del enlace de CC y el otro puede situarse a través de los terminales del generador de PM. En casos de fallo de la red o fallo del convertidor, pueden usarse uno o ambos volcados de carga para una turbina eólica basada en convertidor de plena escala.

20 Para una turbina eólica basada en convertidor de plena escala con dos volcados de carga, el primer volcado de carga conectado a los terminales de salida del generador puede dimensionarse aproximadamente 1-2 veces el segundo volcado de carga conectado a través del enlace de CC. Los dimensionamientos de los volcados de carga se basan en la capacidad de disipación de potencia. Para turbinas eólicas de potencia más alta (por ejemplo 6-15 MW), podría requerirse un volcado de carga significativamente mayor en los terminales de salida del generador y a través de los terminales del enlace de CC. Por lo tanto, puede haber un incremento significativo en costes, peso y tamaño/espacio requerido para los volcados de carga con el incremento en la potencia de la turbina.

25 El documento EP 1 863 162 A2 que se considera como la técnica anterior más próxima divulga un aparato para frenado eléctrico y protección del sistema para un generador eléctrico, que incluye un frenado dinámico y un circuito de palanca diseñado para cooperación con un convertidor de potencia para el control tras el volcado de carga. El frenado dinámico incluye al menos una resistencia y el circuito de palanca incluye otra al menos una resistencia para disipar la potencia del generador eléctrico.

30 El documento WO 03/065567 A1 divulga un circuito con una velocidad de rotación variable a ser usado particularmente en una planta de generación eólica, que comprende un generador asíncrono de doble alimentación, un circuito de palanca, una resistencia adicional y un convertidor. Para cumplir con los requisitos del proveedor de la red, mediante los que debería asegurarse un acoplamiento particularmente permanente a la red de modo que la planta de generación eólica pueda arrancar y estabilizar la red durante y después de un cortocircuito de media tensión en la red, la resistencia adicional puede regularse con ayuda de un interruptor rápido de tal manera que el convertidor pueda desconectarse provisionalmente al menos parcialmente en caso de un cortocircuito en la red.

Sumario

40 De acuerdo con la presente invención, se proporciona una turbina eólica tal como se define en la reivindicación 1. La turbina eólica incluye un generador, siendo conectable una salida del mismo a una red eléctrica a través de una trayectoria de transmisión de potencia, incluyendo la trayectoria de transmisión de potencia un convertidor del lado del generador acoplado a la salida del generador, un convertidor del lado de la red acoplado a la red de potencia y un enlace de CC acoplado entre el convertidor del lado del generador y el convertidor del lado de la red; y una disposición de volcado de carga, que incluye al menos una resistencia, una pluralidad de interruptores y una pluralidad de conexiones eléctricas que conectan eléctricamente la al menos una resistencia a la salida del generador y a través del enlace de CC por medio de la pluralidad de interruptores. La trayectoria de transmisión de potencia puede conectarse al generador por medio de una pluralidad de primeros interruptores y puede conectarse a la red eléctrica por medio de una pluralidad de segundos interruptores. De acuerdo con una realización de la presente invención, la disposición de volcado de carga puede conectarse al generador por medio de al menos un tercer interruptor y puede conectarse a través del enlace de CC de la trayectoria de transmisión de potencia por medio de al menos un cuarto interruptor.

55 La disposición de volcado de carga puede usarse tanto para fallos del convertidor como fallos de la red. En comparación con los dos volcados de carga separados para fallos de convertidor y fallos de la red, el volcado de carga único puede requerir un menor coste, tamaño y peso en la turbina eólica. Por lo tanto, el tamaño y peso del sistema convertidor de potencia pueden reducirse. Además, para la turbina eólica con una potencia nominal más alta, el espacio requerido para un volcado de carga único es menor que para dos volcados de carga.

60 De acuerdo con una realización de la presente invención, la salida del generador incluye tres terminales y la disposición de volcado de carga incluye tres terceros interruptores que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal, tres resistencias que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal, tres quintos interruptores que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal, un cuarto interruptor que comprende un primer terminal y un segundo terminal y tres sextos interruptores que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal. Diferentes disposiciones de los tres terceros

- interruptores, las tres resistencias, los tres quintos interruptores, el cuarto interruptor y los tres sextos interruptores son posibles. Como un ejemplo, el primer terminal de cada tercer interruptor se conecta a un terminal de salida correspondiente del generador y el segundo terminal de cada tercer interruptor se conecta al segundo terminal de un sexto interruptor correspondiente y al primer terminal de una resistencia correspondiente. El primer terminal de cada sexto interruptor se conecta a una primera línea del enlace de CC. El segundo terminal de cada resistencia se conecta al primer terminal de un quinto interruptor correspondiente. El segundo terminal de cada quinto interruptor se conecta al primer terminal del cuarto interruptor. El segundo terminal del cuarto interruptor se conecta eléctricamente a una segunda línea del enlace de CC.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, la salida del generador incluye tres terminales y la disposición de volcado de carga incluye tres terceros interruptores que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal, tres diodos que comprenden respectivamente un ánodo y un cátodo, tres resistencias que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal, tres quintos interruptores que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal, un cuarto interruptor que comprende un primer terminal y un segundo terminal y un sexto interruptor que comprende un primer terminal y un segundo terminal. Diferentes disposiciones de los tres terceros interruptores, los tres diodos, las tres resistencias, las tres quintas resistencias, el cuarto interruptor y el sexto interruptor son posibles. Como un ejemplo, el primer terminal de cada tercer interruptor se conecta a un terminal de salida correspondiente del generador y el segundo terminal de cada tercer interruptor se conecta al cátodo de un diodo correspondiente. El ánodo de cada diodo se conecta al primer terminal del sexto interruptor y el cátodo de cada diodo se conecta adicionalmente al primer terminal de una resistencia correspondiente. El segundo terminal del sexto interruptor se conecta a una primera línea del enlace de CC. El segundo terminal de cada resistencia se conecta al primer terminal de un quinto interruptor correspondiente. El segundo terminal de cada quinto interruptor se conecta al primer terminal del cuarto interruptor. El segundo terminal del cuarto interruptor se conecta eléctricamente a una segunda línea del enlace de CC.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, la salida del generador incluye tres terminales y la disposición de volcado de carga incluye un primer tercer interruptor que comprende un primer terminal y un segundo terminal, un segundo tercer interruptor que comprende un primer terminal y un segundo terminal, un rectificador en puente trifásico que comprende tres primeros diodos y tres segundos diodos, un banco de resistencias que tiene una pluralidad de resistencias conectadas en paralelo, comprendiendo el banco de resistencias un primer terminal y un segundo terminal, y un cuarto interruptor que comprende un primer terminal y un segundo terminal. Cada primer diodo tiene un ánodo y un cátodo y cada segundo diodo tiene un ánodo y un cátodo. Diferentes disposiciones del primer tercer interruptor, el segundo tercer interruptor, los tres primeros diodos, los tres segundos diodos, el banco de resistencias y el cuarto interruptor son posibles. Como un ejemplo, el cátodo de cada primer diodo se conecta al ánodo de un segundo diodo correspondiente y a un terminal de salida correspondiente del generador, los ánodos de los tres primeros diodos se conectan juntos y los cátodos de los tres segundos diodos se conectan juntos, el primer terminal del primer tercer interruptor se conecta a los ánodos de los tres primeros diodos y el segundo terminal del primer tercer interruptor se conecta al primer terminal del banco de resistencias. El primer terminal del segundo tercer interruptor se conecta a los cátodos de los tres segundos diodos y el segundo terminal del segundo tercer interruptor se conecta al segundo terminal del banco de resistencias y a una primera línea del enlace de CC. El primer terminal del banco de resistencias se conecta adicionalmente al primer terminal del cuarto interruptor. El segundo terminal del cuarto interruptor se conecta a una segunda línea del enlace de CC.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, la turbina eólica incluye además una unidad de control configurada para detectar un fallo del convertidor o un fallo de la red y para controlar los interruptores respectivos.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, bajo condiciones de funcionamiento normales de la turbina eólica, la unidad de control se configura para cerrar la pluralidad de primeros interruptores y la pluralidad de segundos interruptores para conectar la trayectoria de transmisión de potencia al generador y a la red eléctrica.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, tras la detección de un fallo del convertidor, la unidad de control se configura para cerrar el al menos un tercer interruptor o uno o más de los al menos un tercer interruptor y de los quintos interruptores para conectar la al menos una resistencia de la disposición de volcado de carga a la salida del generador.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, tras la detección de un fallo del convertidor, la unidad de control se configura para abrir la pluralidad de primeros interruptores para desconectar la trayectoria de transmisión de potencia desde el generador.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control se configura para cerrar el al menos un cuarto interruptor o uno o más del al menos un cuarto interruptor, los quintos interruptores y uno o más sextos interruptores para conectar la al menos una resistencia de la disposición de volcado de carga a través del enlace de CC de la trayectoria de transmisión de potencia.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, la turbina eólica incluye además una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia. Cada trayectoria de transmisión de potencia conecta la salida del generador

a la red eléctrica e incluye un convertidor del lado del generador acoplado a la salida del generador, un convertidor del lado de la red acoplado a la red de potencia y un enlace de CC acoplado entre el convertidor del lado del generador y el convertidor del lado de la red; en donde las conexiones eléctricas conectan eléctricamente la al menos una resistencia a la salida del generador y a cada uno de la pluralidad de enlaces de CC por medio de la pluralidad de interruptores.

5

De acuerdo con una realización de la presente invención, cada trayectoria de transmisión de potencia puede conectarse al generador por medio de una pluralidad correspondiente de primeros interruptores y puede conectarse a la red eléctrica por medio de una pluralidad correspondiente de segundos interruptores.

10

De acuerdo con una realización de la presente invención, la disposición de volcado de carga puede conectarse a través del enlace de CC de cada trayectoria de transmisión de potencia por medio de al menos un cuarto interruptor correspondiente.

15

De acuerdo con una realización de la presente invención, tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia, la unidad de control se configura para cerrar el al menos un tercer interruptor o uno o más de los al menos un tercer interruptor y de los quintos interruptores para conectar la al menos una resistencia de la disposición de volcado de carga a la salida del generador.

20

De acuerdo con una realización de la presente invención, tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia, la unidad de control se configura para abrir la pluralidad correspondiente de primeros interruptores para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia desde el generador.

25

De acuerdo con una realización de la presente invención, tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control se configura para cerrar el al menos un cuarto interruptor correspondiente o uno o más del al menos un cuarto interruptor correspondiente, los quintos interruptores y uno o más sextos interruptores correspondientes para conectar la al menos una resistencia de la disposición de volcado de carga a través del enlace de CC correspondiente de las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia.

30

De acuerdo con una realización de la presente invención, la turbina eólica incluye además una pluralidad de disposiciones de volcado de carga. cada disposición de volcado de carga puede conectarse al generador por medio de al menos un tercer interruptor correspondiente o uno o más de al menos un tercer interruptor correspondiente y quintos interruptores correspondientes y puede conectarse a través del enlace de CC de la trayectoria de transmisión de potencia correspondiente por medio de al menos un cuarto interruptor correspondiente o uno o más de al menos un cuarto interruptor correspondiente, los quintos interruptores correspondientes y uno o más sextos interruptores correspondientes.

35

De acuerdo con una realización de la presente invención, tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia, la unidad de control se configura para cerrar el al menos un tercer interruptor correspondiente o uno o más de los al menos un tercer interruptor correspondiente y de los quintos interruptores correspondientes para conectar la al menos una resistencia de una o más de las disposiciones de volcado de carga correspondientes a la salida del generador.

40

De acuerdo con una realización de la presente invención, tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia, la unidad de control se configura para abrir los uno o más de la pluralidad correspondiente de primeros interruptores para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia desde el generador.

45

De acuerdo con una realización de la presente invención, tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control se configura para cerrar el al menos un cuarto interruptor correspondiente o uno o más del al menos un cuarto interruptor correspondiente, los quintos interruptores correspondientes y uno o más sextos interruptores correspondientes para conectar la al menos una resistencia de una o más de las disposiciones de volcado de carga correspondientes a través del enlace de CC correspondiente de las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia.

50

De acuerdo con una realización de la presente invención, pueden usarse cualesquiera tipos adecuados de interruptores en la disposición de volcado de carga. Algunos ejemplos de interruptores pueden incluir disyuntores, contactores e interruptores de potencia de semiconductor por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada (IGBT), transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo.

60

De acuerdo con una realización de la presente invención, el convertidor del lado del generador es un convertidor de CA a CC.

65

De acuerdo con una realización de la presente invención, el convertidor del lado de la red es un convertidor de CC a

CA.

Breve descripción de los dibujos

- 5 En los dibujos, los caracteres de referencia similares se refieren, generalmente, a las mismas partes en todas las diferentes vistas. Los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose en su lugar, en general, el énfasis en la ilustración de los principios de la invención. En la siguiente descripción, se describen diversas realizaciones de la invención con referencia a los siguientes dibujos, en los que:
- 10 La Figura 1 ilustra una disposición común de una turbina eólica convencional.
- La Figura 2 muestra un dibujo esquemático de una disposición de volcado de carga convencional utilizable en una turbina eólica con dos volcados de carga.
- 15 La Figura 3 muestra un dibujo esquemático de una disposición de volcado de carga utilizable en una turbina eólica de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La Figura 4a muestra un dibujo esquemático de una disposición de volcado de carga utilizable en una turbina eólica de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 20 La Figura 4b muestra un dibujo esquemático de una disposición de volcado de carga utilizable en una turbina eólica de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La Figura 5a muestra un dibujo esquemático de una disposición de volcado de carga utilizable en una turbina eólica de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 25 La Figura 5b muestra un dibujo esquemático de un puente rectificador utilizable en una disposición de volcado de carga de la Figura 5a.
- 30 La Figura 5c muestra un dibujo esquemático de un puente rectificador semicontrolado de silicio (SCR) utilizable en una disposición de volcado de carga de la Figura 5a.
- La Figura 5c muestra un dibujo esquemático de un puente rectificador controlado de silicio (SCR) utilizable en una disposición de volcado de carga de la Figura 5a.
- 35 La Figura 6 muestra un dibujo esquemático de un banco de resistencias utilizable en una turbina eólica de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La Figura 7 muestra un dibujo esquemático de la disposición de volcado de carga de la Figura 4a utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 40 La Figura 8 muestra un dibujo esquemático de una pluralidad de las disposiciones de volcado de carga de la Figura 4a utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 45 La Figura 9 muestra un dibujo esquemático de una pluralidad de las disposiciones de volcado de carga de la Figura 4a utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 50 La Figura 10 muestra un dibujo esquemático de la disposición de volcado de carga de la Figura 4b utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 55 La Figura 11 muestra un dibujo esquemático de una pluralidad de disposiciones de volcado de carga de la Figura 4b utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 60 La Figura 12 muestra un dibujo esquemático de una pluralidad de disposiciones de volcado de carga de la Figura 4b utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 65 La Figura 13 muestra un dibujo esquemático de una posible realización de la disposición de volcado de carga de la Figura 5a utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 14 muestra un dibujo esquemático de una posible de realización de la disposición de volcado de carga de la Figura 5a utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 La Figura 15 muestra un dibujo esquemático de una posible de realización de la disposición de volcado de carga de la Figura 5a utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

10 La Figura 16 muestra un dibujo esquemático de una pluralidad de disposiciones de volcado de carga de la Figura 5a utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

15 La Figura 17 muestra un dibujo esquemático de la pluralidad de disposiciones de volcado de carga de la Figura 5a utilizable en una turbina eólica que tiene una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada

20 La Figura 1 ilustra una disposición común de una turbina eólica convencional 100. La turbina eólica 100 está montada sobre una base 102. La turbina eólica 100 incluye una torre 104 que tiene un número de secciones de torre, tales como anillos de torre. Se coloca una góndola de turbina eólica 106 en la parte superior de la torre 104. El rotor de la turbina eólica incluye un buje 108 y al menos una pala del rotor 110, por ejemplo, tres palas del rotor 110. Las palas del rotor 110 están conectadas al buje 108 que a su vez está conectado a la góndola 106 a través de un árbol de baja velocidad que se extiende hacia el exterior de la parte frontal de la góndola 106.

25 La Figura 2 muestra una disposición de volcado de carga 200 convencional utilizable en una turbina eólica. La turbina eólica incluye un generador 202, un convertidor de potencia de CA (corriente alterna) a CC (corriente continua) 204 (convertidor del lado del generador), un convertidor de CC a CA 206 (convertidor del lado de línea) y un enlace de CC 208 que comprende un condensador de CC 209 conectado entre el convertidor de potencia de CA a CC 204 y el convertidor de potencia de CC a CA 206. El generador 202 de la turbina eólica se conecta al convertidor de potencia de CA a CC 204. El convertidor de potencia de CC a CA 206 se conecta a una red eléctrica 210 por medio de un transformador 211.

30 Un primer volcado de carga 212 de la disposición de volcado de carga 200 se conecta a los terminales de salida 214 del generador 202, correspondientes a una salida de CA trifásica del generador 202. El primer volcado de carga 212 puede denominarse como volcado de carga de CA. El primer volcado de carga 212 puede ser un volcado de carga trifásico que es esencialmente un banco de resistencias trifásico. Un segundo volcado de carga 216 de la disposición de volcado de carga 200 se conecta a través del enlace de CC 208. El segundo volcado de carga 216 puede denominarse como volcado de carga de CC. En general, el primer volcado de carga 212 se conecta cuando hay un fallo del convertidor y el segundo volcado de carga 216 se conecta cuando hay un fallo de la red.

35 La disposición de volcado de carga 200, el generador 202, el convertidor de potencia de CA a CC 204, el convertidor de potencia de CC a CA 206 y el transformador 211 pueden ser parte de una turbina eólica 100 tal como se muestra en la Figura 1 y se localizan típicamente dentro de la góndola 106 de la turbina eólica 100. La disposición de volcado de carga convencional 200 tiene dos volcados de carga separados 212, 216 para fallos del convertidor y fallos de la red. De ese modo, la disposición de volcado de carga 200 convencional requiere un mayor peso, tamaño y espacio en la góndola 106.

40 La Figura 3 muestra una disposición de volcado de carga 300 utilizable en una turbina eólica de acuerdo con una realización de la presente invención. Una salida 302 de un generador 304 de la turbina eólica puede conectarse a una red eléctrica 306 por medio de una trayectoria de transmisión de potencia 308. La trayectoria de transmisión de potencia 308 tiene un convertidor del lado del generador 310 acoplado a la salida 302 del generador 304, un convertidor del lado de la red 312 acoplado a la red eléctrica 306 y un enlace de CC 314 que tiene un condensador del enlace de CC 315 acoplado entre el convertidor del lado del generador 310 y el convertidor del lado de la red 312. La trayectoria de transmisión de potencia 308 puede conectarse al generador 304 por medio de una pluralidad de primeros interruptores SW1 y puede conectarse a la red eléctrica 306 por medio de una pluralidad de segundos interruptores SW2. Más específicamente, el convertidor del lado del generador 310 puede conectarse a la salida 302 del generador 304 por medio de una pluralidad de primeros interruptores SW1 y el convertidor del lado de la red 312 puede conectarse a la red eléctrica 306 por medio de una pluralidad de segundos interruptores SW2. El convertidor del lado del generador 310 puede ser un convertidor de CA a CC y el convertidor del lado de la red 312 puede ser un convertidor de CC a CA. La transmisión de potencia se encamina desde el generador a la red eléctrica.

45 La disposición de volcado de carga 300 tiene al menos una resistencia (no mostrada), una pluralidad de interruptores, una pluralidad de conexiones eléctricas que conectan eléctricamente la al menos una resistencia a la salida 302 del generador 304 y al enlace de CC 314 por medio de la pluralidad de interruptores. La disposición de volcado de carga 300 puede conectarse al generador 304 por medio de al menos de un tercer interruptor SW3 (por

ejemplo una pluralidad de terceros interruptores SW3) y puede conectarse a través del enlace de CC 314 de la trayectoria de transmisión de potencia 308 por medio de al menos de un cuarto interruptor SW4. La disposición de volcado de carga 300 proporciona un volcado de carga tanto para fallos del convertidor como fallos de la red. En comparación con los dos volcados de carga separados para fallos de convertidor y fallos de la red, el volcado de carga único puede requerir un espacio más pequeño en la góndola de la turbina eólica. Por lo tanto, pueden reducirse el peso y el tamaño de la góndola. Para una turbina eólica con una potencia nominal más alta, el espacio requerido para un volcado de carga único de capacidad más alta es menor que dos volcados de carga.

Puede usarse cualesquiera clases adecuadas de interruptores como la pluralidad de primeros interruptores SW1, la pluralidad de segundos interruptores SW2, la pluralidad de terceros interruptores SW3 y el al menos un cuarto interruptor SW4. Algunos ejemplos de interruptores incluyen pero sin limitarse a disyuntores, contactores con o sin un fusible e interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada (IGBT), transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo. En una realización, la pluralidad de primeros interruptores SW1 y la pluralidad de segundos interruptores SW2 pueden ser disyuntores o contactores con o sin un fusible. La pluralidad de terceros interruptores SW3 pueden ser un disyuntor, contactores con o sin un fusible o interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada (IGBT), transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo. Al menos un cuarto interruptor SW4 puede ser un interruptor de potencia de semiconductor, por ejemplo un transistor bipolar de puerta aislada, un transistor de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), un tiristor de desactivado por compuerta (GTO) y un tiristor anti-paralelo.

La turbina eólica incluye una unidad de control 316 configurada para detectar un fallo del convertidor o un fallo de la red y para controlar los interruptores respectivos SW1-SW4. La unidad de control 316 incluye un controlador de convertidor del lado del generador 318 que controla el convertidor del lado del generador 310 y un controlador de convertidor del lado de la red 320 que controla el convertidor del lado de la red 312. El controlador de convertidor del lado del generador 318 y el controlador de convertidor del lado de la red 320 pueden conocerse colectivamente como un controlador de convertidor de potencia. La unidad de control 316 incluye un primer controlador 322 que controla la pluralidad de primeros interruptores SW1 y la pluralidad de segundos interruptores SW2. El primer controlador 322 puede ser parte del controlador de convertidor de potencia. La unidad de control 316 incluye un segundo controlador 324 que controla la pluralidad de terceros interruptores SW3. El segundo controlador 324 puede ser una parte del controlador de convertidor de potencia y/o un controlador de lógica programable (PLC) de seguridad. La unidad de control 316 incluye un tercer controlador 326 que controla el al menos un cuarto interruptor SW4. El tercer controlador 326 puede ser parte del controlador de convertidor de potencia.

Bajo condiciones de funcionamiento normales de la turbina eólica, la unidad de control 316 se configura para cerrar la pluralidad de primeros interruptores SW1 y la pluralidad de segundos interruptores SW2 para conectar la trayectoria de transmisión de potencia 308 al generador 304 y a la red eléctrica 306. Los terceros interruptores SW3 y los cuartos interruptores SW4 permanecen abiertos. Tras la detección de un fallo del convertidor, la unidad de control 316 se configura para cerrar los terceros interruptores SW3 para conectar la al menos una resistencia de la disposición de volcado de carga 300 a la salida 302 del generador 304. Cuando se cierran los terceros interruptores SW3, la unidad de control 316 se configura para abrir la pluralidad de primeros interruptores SW1 para desconectar la trayectoria de transmisión de potencia 308 desde el generador 304. Lo mismo se aplica si no se detecta ningún fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor no está operativo. Tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control 316 se configura para cerrar el cuarto interruptor SW4 para conectar la al menos una resistencia de la disposición de volcado de carga 300 a través del enlace de CC 314 a la trayectoria de transmisión de potencia 308. Cuando hay un fallo de la red, la potencia activa no puede enviarse total o parcialmente a la red eléctrica 306. Dicho estado de la red es conocido también como un estado de suministro ininterrumpido en baja tensión (LVRT, del inglés "low voltage ride through").

La Figura 4a muestra una posible de realización 400 de la disposición de volcado de carga de la Figura 3. En esta realización, el generador 304 tiene tres terminales de salida 402. La disposición de volcado de carga 400 incluye tres terceros interruptores SW3, un cuarto interruptor SW4, tres resistencias (Ra, Rb, Rc), tres quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y tres sextos interruptores (SW6a, SW6b, SW6c). Cada tercer interruptor SW3 incluye un primer terminal 404 y un segundo terminal 406. Cada resistencia (Ra, Rb, Rc) incluye un primer terminal 412 y un segundo terminal 414. Cada resistencia (Ra, Rb, Rc) puede ser una única resistencia o un banco de resistencias 504 mostrado en la Figura 6, que tiene una pluralidad de resistencias 602 conectadas en paralelo. Las tres resistencias (Ra, Rb, Rc) pueden formar un volcado de carga trifásico. Cada quinto interruptor SW5 incluye un primer terminal 416 y un segundo terminal 418. El cuarto interruptor SW4 incluye un primer terminal 420 y un segundo terminal 422. Cada sexto interruptor SW6 incluye un primer terminal 408 y un segundo terminal 410.

El primer terminal 404 de cada tercer interruptor SW3 se conecta a un terminal de salida 402 correspondiente del generador 304 y el segundo terminal 406 de cada tercer interruptor SW3 se conecta al segundo terminal de un sexto interruptor correspondiente (SW6a, SW6b, SW6c) y al primer terminal 412 de una resistencia correspondiente (Ra, Rb, Rc). El primer terminal 408 de cada sexto interruptor (SW6a, SW6b, SW6c) se conecta a una primera línea 424 del enlace de CC 314. El segundo terminal 414 de cada resistencia (Ra, Rb, Rc) se conecta al primer terminal 416

de un quinto interruptor correspondiente (SW5a, SW5b, SW5c). El segundo terminal 418 de cada quinto interruptor (SW5a, SW5b, SW5c) se conecta al primer terminal 420 del cuarto interruptor SW4. El segundo terminal 422 del cuarto interruptor SW4 se conecta a la segunda línea 426 del enlace de CC 314.

5 Bajo condiciones de funcionamiento normales de la turbina eólica, la pluralidad de primeros interruptores SW1 y la pluralidad de segundos interruptores SW2 se cierran para conectar la trayectoria de transmisión de potencia 308 al generador 304 y a la red eléctrica 306. Los terceros interruptores SW3, el cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y los sextos interruptores (SW6a, SW6b, SW6c) permanecen abiertos.

10 Tras la detección de un fallo del convertidor, uno o más de los terceros interruptores SW3 y los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400 a la salida 302 del generador 304. La pluralidad de primeros interruptores SW1 puede abrirse para desconectar la trayectoria de transmisión de potencia 308 desde el generador 304. El cuarto interruptor SW4 y los sextos interruptores (SW6a, SW6b, SW6c) permanecen abiertos. Lo mismo se aplica si no se detecta ningún fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor no está operativo. En el caso de un fallo del convertidor o que el convertidor no esté operativo, no se requiere que se envíe potencia a la red eléctrica 306. Por lo tanto, toda la potencia desde el generador se disipa en las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400.

20 En una realización, toda la potencia desde el generador puede disiparse en un mínimo de dos resistencias ((Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400. De ese modo, dos terceros interruptores SW3 y los dos quintos interruptores correspondientes (SW5a, SW5b, SW5c) pueden cerrarse para conectar dos resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400 a la salida 302 del generador 304.

25 Tras la detección de un fallo de la red, uno o más del cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y los sextos interruptores (SW6a, SW6b, SW6c) pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400 a través del enlace de CC 314 de la trayectoria de transmisión de potencia 308. Los terceros interruptores SW3 permanecen abiertos. Dependiendo de las condiciones del fallo de la red, se envía una potencia de salida parcial del generador o ninguna potencia de salida del generador a la red eléctrica. Por lo tanto, una potencia de salida parcial del generador o toda la potencia de salida del generador se disipan en las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400.

30 En una realización, una potencia de salida parcial del generador o toda la potencia de salida del generador puede disiparse en un mínimo de una resistencia (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400. De ese modo, un quinto interruptor (SW5a, SW5b, SW5c), el sexto interruptor correspondiente (SW6a, SW6b, SW6c) y el cuarto interruptor pueden cerrarse para conectar una resistencia (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400 a través del enlace de CC 314 de la trayectoria de transmisión de potencia 308.

40 Puede usarse cualesquiera clases adecuadas de interruptores como la pluralidad de primeros interruptores SW1, la pluralidad de segundos interruptores SW2, los terceros interruptores SW3, el cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y los sextos interruptores (SW6a, SW6b, SW6c). Algunos ejemplos de interruptores incluyen pero sin limitarse a disyuntores, contactores con o sin un fusible, interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo, transistores bipolares de puerta aislada, transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo. En una realización, la pluralidad de primeros interruptores SW1, la pluralidad de segundos interruptores SW2 y los terceros interruptores SW3 pueden ser disyuntores, contactores con o sin un fusible o interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo, transistores bipolares de puerta aislada, transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo. El cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y los sextos interruptores (SW6a, SW6b, SW6c) pueden ser interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada, transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo. El cuarto interruptor SW4 puede controlarse con PWM (por ejemplo controlarse mediante una señal de control desde la unidad de control 316). Los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden controlarse independientemente. Al menos dos quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) necesitan cerrarse para transferir potencia desde el generador a la disposición de volcado de carga 400. Esto es, si un quinto interruptor (por ejemplo, SW5a) se abre, los restantes quintos interruptores (por ejemplo, SW5b, SW5c) se cierran. El control independiente de los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) puede incrementar la fiabilidad de la disposición de volcado de carga 400. Por ejemplo, si una de las resistencias (Ra, Rb, Rc) o de las conexiones eléctricas falla, las dos resistencias restantes (Ra, Rb, Rc) pueden disipar la potencia de salida desde el generador.

60 En una realización, los tres quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden omitirse de la disposición de volcado de carga 400. Esto reducirá la cantidad de componentes si así se desea.

65 En una realización alternativa, la pluralidad de primeros interruptores SW1 y la pluralidad de segundos interruptores SW2 pueden ser disyuntores o contactores con o sin un fusible. Los terceros interruptores SW3, el cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y los sextos interruptores (SW6a, SW6b, SW6c) pueden ser interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada, transistores de

efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo.

La Figura 4b muestra otra posible realización 401 de la disposición de volcado de carga de la Figura 3. En esta realización, el generador 304 tiene tres terminales de salida 402. La disposición de volcado de carga 401 incluye tres terceros interruptores SW3, un cuarto interruptor SW4, tres diodos (Da, Db, Dc), tres resistencias (Ra, Rb, Rc), tres quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y un sexto interruptor SW6. Cada tercer interruptor SW3 incluye un primer terminal 404 y un segundo terminal 406. Cada diodo (Da, Db, Dc) incluye un ánodo 408 y un cátodo 410. Cada resistencia (Ra, Rb, Rc) incluye un primer terminal 412 y un segundo terminal 414. Cada resistencia (Ra, Rb, Rc) puede ser una única resistencia o un banco de resistencias 504 mostrado en la Figura 6, que tiene una pluralidad de resistencias 602 conectadas en paralelo. Las tres resistencias (Ra, Rb, Rc) pueden formar un volcado de carga trifásico. Cada quinto interruptor SW5 incluye un primer terminal 416 y un segundo terminal 418. El cuarto interruptor SW4 incluye un primer terminal 420 y un segundo terminal 422. El sexto interruptor SW6 incluye un primer terminal 428 y un segundo terminal 430.

El primer terminal 404 de cada tercer interruptor SW3 se conecta a un terminal de salida correspondiente 402 del generador 304 y el segundo terminal 406 de cada tercer interruptor SW3 se conecta al cátodo 410 de un diodo correspondiente (Da, Db, Dc). El ánodo 408 de cada diodo (Da, Db, Dc) se conecta al primer terminal 428 del sexto interruptor SW6. El segundo terminal 430 del sexto interruptor SW6 se conecta a la primera línea 424 del enlace de CC 314. El cátodo 410 de cada diodo (Da, Db, Dc) se conecta adicionalmente al primer terminal 412 de una resistencia correspondiente (Ra, Rb, Rc). El segundo terminal 414 de cada resistencia (Ra, Rb, Rc) se conecta al primer terminal 416 de un quinto interruptor correspondiente (SW5a, SW5b, SW5c). El segundo terminal 418 de cada quinto interruptor (SW5a, SW5b, SW5c) se conecta al primer terminal 420 del cuarto interruptor SW4. El segundo terminal 422 del cuarto interruptor SW4 se conecta eléctricamente a la segunda línea 426 del enlace de CC 314.

Bajo condiciones de funcionamiento normales de la turbina eólica, la pluralidad de primeros interruptores SW1 y la pluralidad de segundos interruptores SW2 se cierran para conectar la trayectoria de transmisión de potencia 308 al generador 304 y a la red eléctrica 306. Los terceros interruptores SW3, el cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y el sexto interruptor SW6 permanecen abiertos.

Tras la detección de un fallo del convertidor, uno o más de los terceros interruptores SW3 y los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 401 a la salida 302 del generador 304. La pluralidad de primeros interruptores SW1 puede abrirse para desconectar la trayectoria de transmisión de potencia 308 desde el generador 304. El cuarto interruptor SW4 y el sexto interruptor SW6 permanecen abiertos. Lo mismo se aplica si no se detecta ningún fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor no está operativo. En el caso de un fallo del convertidor o que el convertidor no esté operativo, no se requiere que se envíe potencia a la red eléctrica 306. Por lo tanto, toda la potencia desde el generador se disipa en las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 401.

En una realización, toda la potencia desde el generador puede disiparse en un mínimo de dos resistencias ((Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 401. De ese modo, dos terceros interruptores SW3 y los dos quintos interruptores correspondientes (SW5a, SW5b, SW5c) pueden cerrarse para conectar dos resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 401 a la salida 302 del generador 304.

Tras la detección de un fallo de la red, uno o más del cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y el sexto interruptor SW6 pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 401 a través del enlace de CC 314 de la trayectoria de transmisión de potencia 308. Los terceros interruptores SW3 permanecen abiertos. Dependiendo de las condiciones del fallo de la red, se envía una potencia de salida parcial del generador o ninguna potencia de salida del generador a la red eléctrica. Por lo tanto, una potencia de salida parcial del generador o toda la potencia de salida del generador se disipan en las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 401. Los tres diodos (Da, Db, Dc) aseguran que la potencia de salida parcial o completa del generador se envía desde la primera línea 424 del enlace de CC 314 a las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 401.

En una realización, una potencia de salida parcial del generador o toda la potencia de salida del generador puede disiparse en un mínimo de una resistencia (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 401. De ese modo, un quinto interruptor (SW5a, SW5b, SW5c) y el cuarto interruptor pueden cerrarse para conectar una resistencia (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 401 a través del enlace de CC 314 de la trayectoria de transmisión de potencia 308.

Puede usarse cualesquiera clases adecuadas de interruptores como la pluralidad de primeros interruptores SW1, la pluralidad de segundos interruptores SW2, los terceros interruptores SW3, el cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y el sexto interruptor SW6. Algunos ejemplos de interruptores incluyen pero sin limitarse a disyuntores, contactores con o sin un fusible, interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada, transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET),

tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo. En una realización, la pluralidad de primeros interruptores SW1, la pluralidad de segundos interruptores SW2 y los terceros interruptores SW3 pueden ser disyuntores o contactores con o sin un fusible. El cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y el sexto interruptor SW6 pueden ser interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada, transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo. El cuarto interruptor SW4 puede controlarse con PWM (por ejemplo controlarse mediante una señal de control desde la unidad de control 316). Los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden controlarse independientemente. Al menos dos quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) necesitan cerrarse para transferir potencia desde el generador a la disposición de volcado de carga 400. Esto es, si un quinto interruptor (por ejemplo, SW5a) se abre, los restantes quintos interruptores (por ejemplo, SW5b, SW5c) se cierran. El control independiente de los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) puede incrementar la fiabilidad de la disposición de volcado de carga 401. Por ejemplo, si una de las resistencias (Ra, Rb, Rc) o de las conexiones eléctricas falla, las dos resistencias restantes (Ra, Rb, Rc) pueden disipar la potencia de salida desde el generador. En una realización, los tres quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden omitirse de la disposición de volcado de carga 400. Esto reducirá la cantidad de componentes si así se desea.

En una realización alternativa, la pluralidad de primeros interruptores SW1 y la pluralidad de segundos interruptores SW2 pueden ser disyuntores o contactores con o sin un fusible. Los terceros interruptores SW3, el cuarto interruptor SW4, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y el sexto interruptor SW6 pueden ser interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada, transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo.

La Figura 5a muestra otra posible realización 500 de la disposición de volcado de carga de la Figura 3. En esta realización, el generador 304 tiene tres terminales de salida 502. La disposición de volcado de carga 500 comprende un primer tercer interruptor SW3a, un segundo tercer interruptor SW3b, un rectificador en puente trifásico 501, un banco de resistencias 504 y un cuarto interruptor SW4. En una realización, el rectificador en puente trifásico 501 tiene tres primeros diodos D1 y tres segundos diodos D2. El primer tercer interruptor SW3a incluye un primer terminal 506 y un segundo terminal 508. El segundo tercer interruptor SW3b incluye un primer terminal 507 y un segundo terminal 509. Cada primer diodo D1 incluye un ánodo 510 y un cátodo 512. Cada segundo diodo D2 incluye un ánodo 514 y un cátodo 516. Los tres primeros diodos D1 y los tres segundos diodos D2 pueden ser un puente rectificador. El banco de resistencias 504 tiene un primer terminal 518 y un segundo terminal 520. Tal como se muestra en la Figura 6, el banco de resistencias 504 tiene una pluralidad de resistencias 602 conectadas en paralelo. Puede haber un fusible (no mostrado) y/o un interruptor (no mostrado) conectados en serie con la resistencia 602 en cada rama paralelo 604 del banco de resistencias 504. El cuarto interruptor SW4 tiene un primer terminal 522 y un segundo terminal 524. Como alternativa, el banco de resistencias 504 puede usarse en lugar de cada resistencia mostrada en todas las figuras.

El cátodo 512 de cada primer diodo D1 se conecta al ánodo 514 de un segundo diodo correspondiente D2 y a un terminal de salida correspondiente 502 del generador 304. Los ánodos 510 de los tres primeros diodos D1 se conectan juntos y los cátodos 516 de los tres segundos diodos D2 se conectan juntos. El primer terminal 506 del primer tercer interruptor SW3a se conecta a los ánodos 510 de los tres primeros diodos D1 y el segundo terminal 508 del primer tercer interruptor SW3a se conecta al primer terminal 518 del banco de resistencias 504. El primer terminal 507 del segundo tercer interruptor SW3b se conecta a los cátodos 516 de los tres primeros diodos D1 y el segundo terminal 509 del segundo tercer interruptor SW3b se conecta al segundo terminal 520 del banco de resistencias 504 y a una primera línea 424 del enlace de CC 314. El primer terminal 518 del banco de resistencias 504 se conecta adicionalmente al primer terminal 522 del cuarto interruptor SW4. El segundo terminal 524 del cuarto interruptor SW4 se conecta a la segunda línea 426 del enlace de CC 314.

Bajo condiciones de funcionamiento normales de la turbina eólica, la pluralidad de primeros interruptores SW1 y la pluralidad de segundos interruptores SW2 se cierran para conectar la trayectoria de transmisión de potencia 308 al generador 304 y a la red eléctrica 306. El primer tercer interruptor SW3a, el segundo tercer interruptor SW3b y el cuarto interruptor SW4 permanecen abiertos.

Tras la detección de un fallo del convertidor, el primer tercer interruptor SW3a y el segundo tercer interruptor SW3b pueden cerrarse para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 500 a la salida 302 del generador 304. La pluralidad de primeros interruptores SW1 puede abrirse para desconectar la trayectoria de transmisión de potencia 308 desde el generador 304. El cuarto interruptor SW4 permanece abierto. Lo mismo se aplica si no se detecta ningún fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor no está operativo. En el caso de un fallo del convertidor o que el convertidor no esté operativo, no se requiere que se envíe potencia a la red eléctrica 306. Por lo tanto, toda la potencia del generador se disipa en el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 500.

Tras la detección de un fallo de la red, el cuarto interruptor SW4 puede cerrarse para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 500 a través del enlace de CC 314 de la trayectoria de transmisión de potencia 308. El primer tercer interruptor SW3a y el segundo tercer interruptor SW3b permanecen abiertos. Dependiendo de las condiciones del fallo de la red, se envía una potencia de salida parcial del generador o

ninguna potencia de salida el generador a la red eléctrica.

Por lo tanto, una potencia de salida parcial del generador o toda la potencia de salida del generador se disipan en el banco de resistencias de la disposición de volcado de carga 500.

5 Puede usarse cualesquiera clases adecuadas de interruptores como la pluralidad de primeros interruptores SW1, la pluralidad de segundos interruptores SW2, el primer tercer interruptor SW3a, el segundo tercer interruptor SW3b y el cuarto interruptor SW4. Algunos ejemplos de interruptores incluyen pero sin limitarse a disyuntores, contactores con o sin un fusible, interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada, transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo. En una realización, la pluralidad de primeros interruptores SW1 y la pluralidad de segundos interruptores SW2 pueden ser disyuntores o contactores con o sin un fusible. El primer tercer interruptor SW3a, el segundo tercer interruptor SW3b y el cuarto interruptor SW4 pueden ser interruptores de potencia de semiconductor, por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada, transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor (MOSFET), tiristores de desactivado por compuerta (GTO) y tiristores anti-paralelo. Los interruptores SW3a o SW3b y SW4 puede controlarse con PWM (por ejemplo controlarse mediante una señal de control desde la unidad de control 316).

20 En una realización alternativa, puede usarse un convertidor activo en lugar del rectificador en puente trifásico 501 de la disposición de volcado de carga 500.

25 En una realización, como se muestra en la Figura 5b, la disposición de volcado de carga 500 puede incluir el rectificador en puente trifásico 501 que tiene tres primeros diodos D1 y tres segundos diodos D2. La disposición de volcado de carga 500 puede usar tiristores como los terceros interruptores SW3a, SW3b.

En otra realización, como se muestra en la Figura 5c, la disposición de volcado de carga 500 puede incluir un puente rectificador semicontrolado de silicio (SCR) 501c que tiene tres primeros diodos D1 y tres tiristores T2. La disposición de volcado de carga 500 puede tener un tiristor como el tercer interruptor SW3a.

30 En otra realización más, como se muestra en la Figura 5d, la disposición de volcado de carga 500 puede incluir un puente rectificador semicontrolado de silicio (SCR) 501d que tiene tres primeros tiristores T1 y tres segundos tiristores T2. La disposición de volcado de carga 500 puede no tener ningún tercer interruptor SW3a, SW3b.

35 Como alternativa, pueden usarse interruptores de semiconductor de potencia por ejemplo transistores bipolares de puerta aislada en lugar del puente rectificador controlado de silicio (SCR) y los tiristores mostrados en las Figuras 5b a 5d.

40 La Figura 7 muestra una realización posible 702 de la disposición de volcado de carga de la Figura 4a utilizable en una realización de la turbina eólica 700. La turbina eólica 700 difiere de la turbina eólica de la Figura 4a en que la turbina eólica 700 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308a-d. De modo similar, el generador 304 tiene tres terminales de salida 402. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a tres terminales de salida 402. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d conecta la salida 302 del generador 304 a la red eléctrica 306. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d incluye un convertidor del lado del generador 310 acoplado a la salida 302 del generador 304, un convertidor del lado de la red 312 acoplado a la red eléctrica 306 y un enlace de CC 314 que tiene un condensador del enlace de CC 315 acoplado entre el convertidor del lado del generador 310 y el convertidor del lado de la red 312. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d puede conectarse al generador 304 por medio de una pluralidad correspondiente de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) y puede conectarse a la red eléctrica 306 por medio de una pluralidad correspondiente de segundos interruptores (no mostrados).

55 Las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d se acoplan a la misma disposición de volcado de carga 702. Las conexiones eléctricas de la disposición de volcado de carga 702 conectan eléctricamente las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) a la salida 302 del generador 304 y a cada uno de la pluralidad de enlaces de CC 314 por medio de la pluralidad de interruptores. La disposición de volcado de carga 702 incluye un cuarto interruptor correspondiente (SW41, SW42, SW43, SW44) y sextos interruptores correspondientes (SW61a-SW61c, SW62a-SW62c, SW63a-SW63c, SW64a-SW64c) para cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d. La disposición de volcado de carga 702 puede conectarse a través del enlace de CC 314 de cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d por medio del cuarto interruptor correspondiente (SW41, SW42, SW43, SW44) y los sextos interruptores correspondientes (SW61a-c, SW62a-c, SW63a-c, SW64a-c).

60 La disposición de volcado de carga 702 es diferente de la disposición de volcado de carga 400 de la Figura 4a en que la disposición de volcado de carga 702 incluye además un tercer diodo correspondiente D3 para cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d. Cada tercer diodo D3 tiene un ánodo 704 y un cátodo 706. El ánodo 704 de cada tercer diodo D3 se conecta a la primera línea 424 del enlace de CC 314 de la trayectoria de transmisión de potencia 308a-d correspondiente. El cátodo 706 de cada tercer diodo D3 se conecta a los primeros terminales

509 de los sextos interruptores correspondientes (SW61a-SW61c, SW62a-SW62c, SW63a-SW63c, SW64a-SW64c). Dado que las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d comparten la misma disposición de volcado de carga 702, los terceros diodos D3 se proporcionan en la disposición de volcado de carga 702 para evitar la interacción entre los enlaces de CC 314 cuando disipan la potencia en la disposición de volcado de carga 702.

5 Tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los terceros interruptores SW3 y los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 702 a la salida 302 del generador 304. La correspondiente pluralidad de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) puede abrirse para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d del generador 304. Los cuartos interruptores (SW41, SW42, SW43, SW44) y los sextos interruptores (SW61a-c, SW62a-c, SW63a-c, SW64a-c) permanecen abiertos. Por ejemplo, si se detecta un fallo del convertidor en la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a, los terceros interruptores SW3 y uno o más de los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 702 a la salida 302 del generador 304. La pluralidad correspondiente de primeros interruptores SW11 puede abrirse para desconectar la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a del generador 304. La pluralidad restante de primeros interruptores (SW12, SW13, SW14) pueden permanecer cerrados. Lo mismo se aplica si se detecta un fallo del convertidor en las otras trayectorias de transmisión 308b-d y/o dos o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d. Lo mismo se aplica si no se detecta un fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor en una o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d no está operativo.

25 Tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los cuartos interruptores correspondientes (SW41, SW42, SW43, SW44), los sextos interruptores correspondientes (SW61a-c, SW62a-c, SW63a-c, SW64a-c) y los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 702 a través del enlace de CC correspondiente 314 de las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d. Los terceros interruptores SW3 permanecen abiertos. Por ejemplo, si los convertidores 310, 312 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a están en operación y se detecta un fallo de la red, el cuarto interruptor correspondiente SW41 y los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) y los sextos interruptores correspondientes SW61a-c pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 702 a través del enlace de CC correspondiente 314 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a. De manera similar, los cuartos interruptores correspondientes SW42-SW44 y los sextos interruptores correspondientes (SW62a-c, SW63a-c, SW64a-c) pueden cerrarse si los convertidores 310, 312 de una o más de las otras trayectorias de transmisión de potencia 308b-d están en operación cuando se detecta un fallo de la red.

40 La Figura 8 muestra la disposición de volcado de carga 400 de la Figura 4a utilizable en una realización 800 de la turbina eólica de la Figura 7. De modo similar a la turbina eólica 700 de la Figura 7, la turbina eólica 800 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308. El generador 304 tiene tres terminales de salida 402. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a tres terminales de salida 402.

45 Sin embargo, las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d de la turbina eólica 800 no se acoplan a la misma disposición de volcado de carga. Cada una de las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d de la turbina eólica 800 se acopla a una disposición de volcado de carga correspondiente 400a-d.

50 Por lo tanto, tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los terceros interruptores correspondientes (SW31, SW32, SW33, SW34) y los quintos interruptores correspondientes (SW51a-c, SW52a-c, SW53a-c, SW54a-c) para conectar la al menos una resistencia (R1a-c, R2a-c, R3a-c, R4a-c) de una o más de las disposiciones de volcado de carga correspondientes 400a-d a la salida 302 del generador 304. Una o más de la correspondiente pluralidad de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) puede abrirse para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d del generador 304. Los cuartos interruptores (SW41, SW42, SW43, SW44) y los sextos interruptores (SW61a-c, SW62a-c, SW63a-c, SW64a-c) permanecen abiertos. Por ejemplo, si se detecta un fallo del convertidor en la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a, los terceros interruptores correspondientes SW31 y los quintos interruptores correspondientes SW51a-c pueden cerrarse para conectar las resistencias R1a-c de la disposición de volcado de carga correspondiente 400a a la salida 302 del generador 304. La pluralidad correspondiente de primeros interruptores SW11 puede abrirse para desconectar la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a del generador. De manera similar, los terceros interruptores correspondientes SW32-SW34 y los quintos interruptores correspondientes (SW52a-c, SW53a-c, SW54a-c) pueden cerrarse si se detecta un fallo del convertidor en las otras trayectorias de transmisión 308b-d y/o dos o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d. Lo mismo se aplica si no se detecta un fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor en una o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d no está operativo.

65 Tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los cuartos

interruptores correspondientes (SW41, SW42, SW43, SW44), los quintos interruptores correspondientes (SW51a-c, SW52a-c, SW53a-c, SW54a-c) y los sextos interruptores correspondientes (SW61a-c, SW62a-c, SW63a-c, SW64a-c) para conectar la al menos una resistencia (R1a-c, R2a-c, R3a-c, R4a-c) de una o más de las disposiciones de volcado de carga correspondientes 400a-d a través del enlace de CC correspondiente 314 de las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d. Los terceros interruptores (SW31, SW32, SW33, SW34) permanecen abiertos. Por ejemplo, si los convertidores 310, 312 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a están en operación y se detecta un fallo de la red, el cuarto interruptor correspondiente SW41 y los quintos interruptores correspondientes SW51a-c pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias R1a-c de la disposición de volcado de carga correspondiente 400a a través del enlace de CC correspondiente 314 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a. De manera similar, los cuartos interruptores correspondientes SW42-SW44, los quintos interruptores correspondientes (SW52a-c, SW53a-c, SW54a-c) y los sextos interruptores correspondientes (SW62a-c, SW63a-c, SW64a-c) pueden cerrarse si los convertidores 310, 312 de una o más de las otras trayectorias de transmisión de potencia 308b-d están en operación cuando se detecta un fallo de la red.

La Figura 9 muestra la disposición de volcado de carga 400 de la Figura 4a utilizable en una realización posible 900 de la turbina eólica de la Figura 8. De modo similar a la turbina eólica 800 de la Figura 8, la turbina eólica 900 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308. Cada una de las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d de la turbina eólica 800 se acopla a una disposición de volcado de carga correspondiente 400a-d. Sin embargo, el generador 304 tiene cuatro conjuntos de terminales de salida 402 de CA trifásicos. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a los tres terminales de salida correspondientes 402 del generador 304. En esta realización, el generador 304 puede ser un generador segmentado. El funcionamiento de la disposición de volcado de carga 400a-d para cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d es la misma que la que se ha descrito anteriormente para la Figura 8. En una realización, la disposición de volcado de carga 400a-d puede aplicarse a un generador segmentado que tiene más de cuatro conjuntos de terminales de salida de CA trifásica 402.

La Figura 10 muestra una realización posible 1002 de la disposición de volcado de carga de la Figura 4b utilizable en una realización de la turbina eólica 1000. La turbina eólica 1000 difiere de la turbina eólica de la Figura 4b en que la turbina eólica 1000 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308a-d. De modo similar, el generador 304 tiene tres terminales de salida 402. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a tres terminales de salida 402. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d conecta la salida 302 del generador 304 a la red eléctrica 306. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d incluye un convertidor del lado del generador 310 acoplado a la salida 302 del generador 304, un convertidor del lado de la red 312 acoplado a la red eléctrica 306 y un enlace de CC 314 acoplado entre el convertidor del lado del generador 310 y el convertidor del lado de la red 312. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d puede conectarse al generador 304 por medio de una pluralidad correspondiente de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) y puede conectarse a la red eléctrica 306 por medio de una pluralidad correspondiente de segundos interruptores (no mostrados).

Las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d se acoplan a la misma disposición de volcado de carga 1002. Las conexiones eléctricas de la disposición de volcado de carga 1002 conectan eléctricamente las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) a la salida 302 del generador 304 y a cada uno de la pluralidad de enlaces de CC 314 por medio de la pluralidad de interruptores. La disposición de volcado de carga 1002 incluye un cuarto interruptor correspondiente (SW41, SW42, SW43, SW44), un sexto interruptor correspondiente (SW61, SW62, SW63, SW64) y tres diodos correspondientes (D1a-D1c, D2a-D2c, D3a-D3c, D4a-D4c) para cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d. La disposición de volcado de carga 1002 puede conectarse a través del enlace de CC 314 de cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d por medio del cuarto interruptor correspondiente (SW41, SW42, SW43, SW44) y un sexto interruptor correspondiente (SW61, SW62, SW63, SW64).

Tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los terceros interruptores SW3 y los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 1002 a la salida 302 del generador 304. La correspondiente pluralidad de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) puede abrirse para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d del generador 304. Los cuartos interruptores (SW41, SW42, SW43, SW44) y los sextos interruptores (SW61, SW62, SW63, SW64) permanecen abiertos. Por ejemplo, si se detecta un fallo del convertidor en la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a, los terceros interruptores SW3 y los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 1002 a la salida 302 del generador 304. La pluralidad correspondiente de primeros interruptores SW11 puede abrirse para desconectar la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a del generador 304. La pluralidad restante de primeros interruptores (SW12, SW13, SW14) pueden permanecer cerrados. Lo mismo se aplica si se detecta un fallo del convertidor en las otras trayectorias de transmisión 308b-d y/o dos o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d. Lo mismo se aplica si no se detecta un fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor en una o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d no

está operativo.

Tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los cuartos interruptores correspondientes (SW41, SW42, SW43, SW44), el sexto interruptor correspondiente (SW61, SW62, SW63, SW64) y los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 1002 a través del enlace de CC correspondiente 314 de las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d. Los terceros interruptores SW3 permanecen abiertos. Por ejemplo, si los convertidores 310, 312 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a están en operación y se detecta un fallo de la red, el cuarto interruptor correspondiente SW41, el sexto interruptor correspondiente SW61 y los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 1002 a través del enlace de CC correspondiente 314 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a. De manera similar, los cuartos interruptores correspondientes SW42-SW44 y los sextos interruptores correspondientes SW62-SW64 pueden cerrarse si los convertidores 310, 312 de una o más de las otras trayectorias de transmisión de potencia 308b-d están en operación cuando se detecta un fallo de la red.

La Figura 11 muestra la disposición de volcado de carga 401 de la Figura 4b utilizable en una realización 1100 de la turbina eólica de la Figura 10. De modo similar a la turbina eólica 1000 de la Figura 10, la turbina eólica 1100 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308. El generador 304 tiene tres terminales de salida 402. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a tres terminales de salida 402.

Sin embargo, las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d de la turbina eólica 1100 no se acoplan a la misma disposición de volcado de carga. Cada una de las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d de la turbina eólica 1100 se acopla a una disposición de volcado de carga correspondiente 401a-d.

Por lo tanto, tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los terceros interruptores correspondientes (SW31, SW32, SW33, SW34) y los quintos interruptores correspondientes (SW51a-c, SW52a-c, SW53a-c, SW54a-c) para conectar la al menos una resistencia (R1a-c, R2a-c, R3a-c, R4a-c) de una o más de las disposiciones de volcado de carga correspondientes 401a-d a la salida 302 del generador 304. Una o más de la correspondiente pluralidad de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) puede abrirse para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d del generador 304. Los cuartos interruptores (SW41, SW42, SW43, SW44) y los sextos interruptores (SW61, SW62, SW63, SW64) permanecen abiertos. Por ejemplo, si se detecta un fallo del convertidor en la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a, los terceros interruptores correspondientes SW31 y los quintos interruptores correspondientes SW51a-c pueden cerrarse para conectar las resistencias R1a-c de la disposición de volcado de carga correspondiente 401a a la salida 302 del generador 304. La pluralidad correspondiente de primeros interruptores SW11 puede abrirse para desconectar la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a del generador. De manera similar, los terceros interruptores correspondientes SW32-SW34 y los quintos interruptores correspondientes (SW52a-c, SW53a-c, SW54a-c) pueden cerrarse si se detecta un fallo del convertidor en las otras trayectorias de transmisión 308b-d y/o dos o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d. Lo mismo se aplica si no se detecta un fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor en una o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d no está operativo.

Tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los cuartos interruptores correspondientes (SW41, SW42, SW43, SW44), los quintos interruptores correspondientes (SW51a-c, SW52a-c, SW53a-c, SW54a-c) y los sextos interruptores correspondientes (SW61, SW62, SW63, SW64) para conectar la al menos una resistencia (R1a-c, R2a-c, R3a-c, R4a-c) de una o más de las disposiciones de volcado de carga correspondientes 401a-d a través del enlace de CC correspondiente 314 de las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d. Los terceros interruptores SW31-SW34 permanecen abiertos. Por ejemplo, si los convertidores 310, 312 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a están en operación y se detecta un fallo de la red, el cuarto interruptor correspondiente SW41, los quintos interruptores correspondientes SW51a-c y el sexto interruptor correspondiente SW61 pueden cerrarse para conectar las una o más resistencias R1a-c de la disposición de volcado de carga correspondiente 401a a través del enlace de CC correspondiente 314 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a. De manera similar, los cuartos interruptores correspondientes SW42-SW44, los quintos interruptores correspondientes (SW52a-c, SW53a-c, SW54a-c) y los sextos interruptores correspondientes SW62-SW64 pueden cerrarse si los convertidores 310, 312 de una o más de las otras trayectorias de transmisión de potencia 308b-d están en operación cuando se detecta un fallo de la red.

La Figura 12 muestra la disposición de volcado de carga 401 de la Figura 4b utilizable en una realización posible 1200 de la turbina eólica de la Figura 11. De modo similar a la turbina eólica 1100 de la Figura 11, la turbina eólica 1200 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308. Cada una de las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d de la turbina eólica 1100 se acopla a una disposición de

volcado de carga correspondiente 401a-d. Sin embargo, el generador 304 tiene cuatro conjuntos de terminales de salida 402 de CA trifásicos. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a los tres terminales de salida correspondientes 402 del generador 304. En esta realización, el generador 304 puede ser un generador segmentado. El funcionamiento de la disposición de volcado de carga 401a-d para cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d es la misma que la que se ha descrito anteriormente para la Figura 11. En una realización, la disposición de volcado de carga 401a-d puede aplicarse a un generador segmentado que tiene más de cuatro conjuntos de terminales de salida de CA trifásica 402.

Para las realizaciones descritas anteriormente en las Figuras 7 a 12, los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) para cada disposición de volcado de carga 400, 401 pueden controlarse independientemente. Al menos dos quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) necesitan cerrarse para transferir potencia desde el generador a la disposición de volcado de carga 400, 401. Esto es, si un quinto interruptor (por ejemplo, SW5a) se abre, los restantes quintos interruptores (por ejemplo, SW5b, SW5c) se cierran. El control independiente de los quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) puede incrementar la fiabilidad de la disposición de volcado de carga 400, 401. Por ejemplo, si una de las resistencias (Ra, Rb, Rc) o de las conexiones eléctricas falla, las dos resistencias restantes (Ra, Rb, Rc) pueden disipar la potencia de salida desde el generador. En una realización, los tres quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) pueden omitirse de la disposición de volcado de carga 400, 401. Esto reducirá la cantidad de componentes si así se desea.

Para las realizaciones descritas anteriormente en las Figuras 7 a 12, toda la potencia desde el generador puede disiparse en un mínimo de dos resistencias (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400, 410 tras la detección de un fallo del convertidor o cuando se descubre que el convertidor no está operativo. Una potencia de salida parcial del generador o toda la potencia de salida del generador puede disiparse en un mínimo de una resistencia (Ra, Rb, Rc) de la disposición de volcado de carga 400, 410 tras la detección de un fallo de la red.

La Figura 13 muestra una realización posible 1302 de la disposición de volcado de carga de la Figura 5a utilizable en una realización 1300 de la turbina eólica. La turbina eólica 1300 difiere de la turbina eólica de la Figura 5a en que la turbina eólica 1300 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia

308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308. De manera similar, el generador 304 tiene tres terminales de salida 502. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a tres terminales de salida 502. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d conecta la salida 302 del generador 304 a la red eléctrica 306. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d incluye un convertidor del lado del generador 310 acoplado a la salida 302 del generador 304, un convertidor del lado de la red 312 acoplado a la red eléctrica 306 y un enlace de CC 314 acoplado entre el convertidor del lado del generador 310 y el convertidor del lado de la red 312. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d puede conectarse al generador 304 por medio de una pluralidad correspondiente de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) y puede conectarse a la red eléctrica 306 por medio de una pluralidad correspondiente de segundos interruptores (no mostrados).

Las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d se acoplan a la misma disposición de volcado de carga 1302. Las conexiones eléctricas de la disposición de volcado de carga 1302 conectan eléctricamente el banco de resistencias 504 a la salida 302 del generador 304 y a cada uno de la pluralidad de enlaces de CC 314 por medio de la pluralidad de interruptores. La disposición de volcado de carga 1302 incluye un cuarto interruptor correspondiente (SW41, SW42, SW43, SW44) para cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d. La disposición de volcado de carga 1302 puede conectarse a través del enlace de CC 316 de cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d por medio del cuarto interruptor correspondiente (SW41, SW42, SW43, SW44).

La disposición de volcado de carga 1302 es diferente de la disposición de volcado de carga 500 de la Figura 5a en que la disposición de volcado de carga 1302 incluye además un tercer diodo correspondiente D3 para cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d. Cada tercer diodo D3 tiene un ánodo 1304 y un cátodo 1306. El ánodo 1304 de cada tercer diodo D3 se conecta a la primera línea 424 del enlace de CC 314 de la trayectoria de transmisión de potencia 308a-d correspondiente. El cátodo 1306 de cada tercer diodo D3 se conecta al segundo terminal 509 del segundo tercer interruptor SW3b y al segundo terminal 520 del banco de resistencias 504. Dado que las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d comparten la misma disposición de volcado de carga 1302, los terceros diodos D3 se proporcionan en la disposición de volcado de carga 1302 para evitar la interacción entre los enlaces de CC 314 cuando disipan la potencia en la disposición de volcado de carga 1302.

Tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d, la unidad de control 316 se configura para cerrar los terceros interruptores SW3a, SW3b para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 1302 a la salida 302 del generador 304. La correspondiente pluralidad de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) puede abrirse para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d del generador 304. Los cuartos interruptores SW41-SW44 permanecen abiertos. Por ejemplo, si se detecta un fallo del convertidor en la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a, los terceros interruptores SW3a, SW3b pueden cerrarse para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 1302 a la salida 302 del generador 304. La

pluralidad correspondiente de primeros interruptores SW11 puede abrirse para desconectar la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a del generador 304. La pluralidad restante de primeros interruptores (SW12, SW13, SW14) pueden permanecer cerrados. Lo mismo se aplica si se detecta un fallo del convertidor en las otras trayectorias de transmisión 308b-d y/o dos o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d. Lo mismo se aplica si no se detecta un fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor en una o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d no está operativo.

Tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los cuartos interruptores correspondientes (SW41, SW42, SW43, SW44) para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 1302 a través del enlace de CC correspondiente 314 de las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d. Los terceros interruptores SW3a, SW3b permanecen abiertos. Por ejemplo, si los convertidores 310, 312 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a están en operación y se detecta un fallo de la red, el cuarto interruptor correspondiente SW41 puede cerrarse para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 1302 a través del enlace de CC correspondiente 314 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a. De manera similar, los cuartos interruptores correspondientes SW42-SW44 pueden cerrarse si los convertidores 310, 312 de una o más de las otras trayectorias de transmisión de potencia 308b-d están en operación cuando se detecta un fallo de la red.

La Figura 14 muestra una realización posible 1402 de la disposición de volcado de carga de la Figura 5a utilizable en una realización posible 1400 de la turbina eólica de la Figura 13. De modo similar a la turbina eólica 1300 de la Figura 13, la turbina eólica 1400 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308. El generador 304 tiene tres terminales de salida 502. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a tres terminales de salida 502.

La disposición de volcado de carga 1402 incluye conexiones eléctricas correspondientes 1404a-d (que incluyen tres primeros diodos correspondientes D1, tres segundos diodos correspondientes D2, un tercer diodo correspondiente D3, un primer tercer interruptor correspondiente SW31a-SW34a, un segundo tercer interruptor correspondiente SW31b-SW34b, un cuarto interruptor correspondiente SW41-SW44) para cada una de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d de la turbina eólica 1400. Las conexiones eléctricas 1404a-d son similares a las conexiones eléctricas de la disposición de volcado de carga 1302 de la Figura 13. La disposición de volcado de carga 1402 incluye solamente un banco de resistencias 504 que se acopla a las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d de la turbina eólica 1400. El banco de resistencias 504 se acopla a las conexiones eléctricas 1404a-d de modo que el primer terminal 518 del banco de resistencias 504 se conecte a los primeros terminales 522 de los cuartos interruptores SW41-SW44 y a los ánodos 510 de los primeros diodos D1 y el segundo terminal 520 del banco de resistencias 504 se conecte a los cátodos 1306 de los terceros diodos D3 y al segundo terminal 509 de los segundos terceros interruptores SW31b-SW34b. Dado que las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d comparten el mismo banco de resistencias 504, los terceros diodos D3 se proporcionan para evitar la interacción entre los enlaces de CC 314 cuando disipan la potencia en el banco de resistencias 504.

Tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de entre el primer tercer interruptor correspondiente (SW31a-SW34a) y el segundo tercer interruptor correspondiente (SW31b-SW34b) para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 1402 a la salida 302 del generador 304. Una o más de la correspondiente pluralidad de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) puede abrirse para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d del generador 304. Los cuartos interruptores SW41-SW44 permanecen abiertos. Por ejemplo, si se detecta un fallo del convertidor en la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a, el tercer interruptor correspondiente SW31 puede cerrarse para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 1402 a la salida 302 del generador 304. La pluralidad correspondiente de primeros interruptores SW11 puede abrirse para desconectar la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a del generador 304. La pluralidad restante de primeros interruptores (SW12, SW13, SW14) pueden permanecer cerrados. Lo mismo se aplica si se detecta un fallo del convertidor en las otras trayectorias de transmisión 308b-d y/o dos o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d. Lo mismo se aplica si no se detecta un fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor en una o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d no está operativo.

Tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los cuartos interruptores correspondientes (SW41, SW42, SW43, SW44) para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 1402 a través del enlace de CC correspondiente 314 de las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d. Los terceros interruptores (SW31a-SW34a, SW31b-SW34b) permanecen abiertos. Por ejemplo, si los convertidores 310, 312 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a están en operación y se detecta un fallo de la red, el cuarto interruptor correspondiente SW41 puede cerrarse para conectar el banco de resistencias 504 de la disposición de volcado de carga 1402 a través del enlace de CC correspondiente 314 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a. De manera similar, los cuartos interruptores correspondientes SW42-SW44 pueden cerrarse si los convertidores 310, 312 de una o más de las otras trayectorias de transmisión de potencia 308b-d están en operación cuando se detecta un fallo de la red.

La Figura 15 muestra la disposición de volcado de carga 1402 utilizable en una realización posible 1500 de la turbina eólica de la Figura 14. De modo similar a la turbina eólica 1400 de la Figura 14, la turbina eólica 1500 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308. Cada una de las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d de la turbina eólica 1500 se acopla a un banco de resistencias 504. Sin embargo, el generador 304 tiene cuatro conjuntos de terminales de salida 502 de CA trifásicos. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a los tres terminales de salida correspondientes 502 del generador 304. En esta realización, el generador 304 puede ser un generador segmentado. La turbina eólica 1500 incluye la misma disposición de volcado de carga 1402 que la turbina eólica 1400 de la Figura 14. El funcionamiento de la disposición de volcado de carga 1402 es la misma que la que se ha descrito anteriormente para la Figura 14. En una realización, la disposición de volcado de carga 1402 puede aplicarse a un generador segmentado que tiene más de cuatro conjuntos de terminales de salida de CA trifásica 502.

La Figura 16 muestra una pluralidad de disposiciones de volcado de carga de la Figura 5a utilizables en otra realización posible 1600 de la turbina eólica de la Figura 14. En esta realización, la turbina eólica 1600 tiene una disposición de volcado de carga correspondiente 500a-d para cada una de las trayectorias de transmisión de potencia 308a-d. Cada disposición de volcado de carga 500a-d tiene un banco de resistencias correspondiente 504a-d. Por lo tanto, los terceros diodos D3 pueden no requerirse en esta realización.

Tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de entre el primer tercer interruptor correspondiente (SW31a-SW34a) y el segundo interruptor correspondiente (SW31b-SW34b) para conectar el banco de resistencias 504a-d de la disposición de volcado de carga correspondiente 500a-d a la salida 302 del generador 304. Una o más de la correspondiente pluralidad de primeros interruptores (SW11, SW12, SW13, SW14) puede abrirse para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d del generador 304. Los cuartos interruptores SW41-SW44 permanecen abiertos. Por ejemplo, si se detecta un fallo del convertidor en la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a, los terceros interruptores correspondientes SW31a, SW31b pueden cerrarse para conectar el banco de resistencias 504a de la disposición de volcado de carga correspondiente 500a-d a la salida 302 del generador 304. La pluralidad correspondiente de primeros interruptores SW11 puede abrirse para desconectar la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a del generador 304. La pluralidad restante de primeros interruptores (SW12, SW13, SW14) pueden permanecer cerrados. Lo mismo se aplica si se detecta un fallo del convertidor en las otras trayectorias de transmisión 308b-d y/o dos o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d. Lo mismo se aplica si no se detecta un fallo del convertidor pero se descubre que el convertidor en una o más de las cuatro trayectorias de transmisión 308a-d no está operativo.

Tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control 316 se configura para cerrar uno o más de los cuartos interruptores correspondientes (SW41, SW42, SW43, SW44) para conectar el banco de resistencias 504a-d de la disposición de volcado de carga correspondiente 500a-d a través del enlace de CC correspondiente 314 de una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308a-d. Los terceros interruptores (SW31a-SW34a, SW31b-SW34b) permanecen abiertos. Por ejemplo, si los convertidores 310, 312 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a están en operación y se detecta un fallo de la red, el cuarto interruptor correspondiente SW41 puede cerrarse para conectar el banco de resistencias 504a de la disposición de volcado de carga correspondiente 500a-d a través del enlace de CC correspondiente 314 de la primera trayectoria de transmisión de potencia 308a. De manera similar, los cuartos interruptores correspondientes SW42-SW44 pueden cerrarse si los convertidores 310, 312 de una o más de las otras trayectorias de transmisión de potencia 308b-d están en operación cuando se detecta un fallo de la red.

La Figura 17 muestra una pluralidad de disposiciones de volcado de carga de la 500a-d utilizables en una realización posible 1700 de la turbina eólica de la Figura 16. De modo similar a la turbina eólica 1600 de la Figura 16, la turbina eólica 1700 incluye una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia 308 (por ejemplo cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d) en lugar de una única trayectoria de transmisión de potencia 308. Cada una de las cuatro trayectorias de transmisión de potencia 308a-d de la turbina eólica 1700 se acopla a una disposición de volcado de carga correspondiente 500a-d. Sin embargo, el generador 304 tiene cuatro conjuntos de terminales de salida de CA trifásicos de terminales de salida 502. Cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d se conecta a los tres terminales de salida correspondientes 502 del generador 304. En esta realización, el generador 304 puede ser un generador segmentado. El funcionamiento de la disposición de volcado de carga 500a-d para cada trayectoria de transmisión de potencia 308a-d es la misma que la que se ha descrito anteriormente para la Figura 16. En una realización, la disposición de volcado de carga 500a-d puede aplicarse a un generador segmentado que tiene más de cuatro conjuntos de terminales de salida de CA trifásica 502.

La disposición de volcado de carga anteriormente descrita proporciona un volcado de carga tanto para fallos del convertidor como para fallos de la red. En comparación con los dos volcados de carga separados para fallos de convertidor y fallos de la red, el volcado de carga único puede requerir un espacio más pequeño en la góndola de la turbina eólica. Por lo tanto, pueden reducirse el peso y el tamaño de la góndola. Para una turbina eólica con una potencia nominal más alta, el espacio requerido para un único volcado de carga es menor que para dos volcados de carga nominales.

Adicionalmente, puede controlarse un valor efectivo de la resistencia o potencia activa a ser disipada. El valor de resistencia equivalente puede variar entre dos valores es decir R_{\min} y R_{\max} . Los valores de R_{\min} y R_{\max} se deciden basándose en la potencia máxima del generador y cargas del tren de accionamiento.

5 Adicionalmente, los números de interruptores, diodos, resistencias no están limitados a los descritos anteriormente y tal como se muestran en los dibujos. Los números de interruptores, diodos, resistencias puede variar en otras realizaciones de la disposición de volcado de carga y de la turbina eólica.

10 Aunque se han mostrado y descrito particularmente realizaciones de la invención con referencia a realizaciones específicas, los expertos en la materia entenderán que pueden hacerse varios cambios en la forma y detalle de las mismas sin desviarse del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

15 El alcance de la invención está así indicado por las reivindicaciones adjuntas y todos los cambios que caen dentro del significado y alcance de equivalencia de las reivindicaciones se pretende por lo tanto que queden englobados.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica, que comprende:

un generador (304) que tiene una salida (302);

- 5 una trayectoria de transmisión de potencia (308) para conectar la salida (302) a una red eléctrica (306), comprendiendo la trayectoria de transmisión de potencia un convertidor del lado del generador (310) acoplado a la salida del generador, un convertidor del lado de la red (312) acoplado a la red eléctrica y un enlace de CC (314) acoplado entre el convertidor del lado del generador y el convertidor del lado de la red; y
una disposición de volcado de carga (300), que comprende:

10

- al menos una resistencia y
- una pluralidad de interruptores,

caracterizado por que la disposición de volcado de carga comprende una pluralidad de conexiones eléctricas que conectan eléctricamente la al menos una resistencia a la salida del generador y a través del enlace de CC por medio de la pluralidad de interruptores (SW3, SW4),

15

en donde la trayectoria de transmisión de potencia (308) comprende una pluralidad de primeros interruptores (SW1) y una pluralidad de segundos interruptores, pudiendo conectarse la trayectoria de transmisión de potencia (308) al generador (304) por medio de la pluralidad de primeros interruptores (SW1) y pudiendo conectarse a la red eléctrica (306) por medio de la pluralidad de segundos interruptores (SW2);

20

y en donde la disposición de volcado de carga (300) comprende al menos un tercer interruptor (SW3) y al menos un cuarto interruptor (SW4), pudiendo conectarse la disposición de volcado de carga (300) al generador (304) por medio de el al menos un tercer interruptor (SW3) y pudiendo conectarse a través del enlace de CC de la trayectoria de transmisión de potencia por medio del al menos un cuarto interruptor (SW4).

25

2. La turbina eólica de la reivindicación 1,

en donde la salida del generador (302) comprende tres terminales (402) y

en donde la disposición de volcado de carga (400) comprende:

30

a) el al menos un tercer interruptor (SW3), que son tres terceros interruptores (SW3) que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal;

b) la al menos una resistencia, que son tres resistencias (Ra, Rb, Rc) que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal;

35

c) tres quintos interruptores (SW5a, SW5b, SW5c) que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal;

d) el al menos un cuarto interruptor (SW4) que comprende un primer terminal y un segundo terminal;

e) tres sextos interruptores (SW6a, SW6b, SW6c) que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal;

40

en donde el primer terminal de cada tercer interruptor (SW3) se conecta a un terminal de salida correspondiente del generador y el segundo terminal de cada tercer interruptor se conecta al segundo terminal de un sexto interruptor correspondiente y al primer terminal de una resistencia correspondiente;

en donde el primer terminal de cada sexto interruptor (SW6) se conecta a una primera línea del enlace de CC;

45

en donde el segundo terminal de cada resistencia (R) se conecta al primer terminal de un quinto interruptor correspondiente;

en donde el segundo terminal de cada quinto interruptor (SW5) se conecta al primer terminal del cuarto interruptor (SW4); y

en donde el segundo terminal del cuarto interruptor (SW4) se conecta eléctricamente a una segunda línea del enlace de CC.

50

3. La turbina eólica de la reivindicación 1,

en donde la salida del generador (302) comprende tres terminales y

en donde la disposición de volcado de carga comprende:

55

a) el al menos un tercer interruptor (SW3), que son tres terceros interruptores que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal;

b) tres diodos (Da, Db, Dc) que comprenden respectivamente un ánodo y un cátodo;

c) la al menos una resistencia, que son tres resistencias que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal;

60

d) tres quintos interruptores que comprenden respectivamente un primer terminal y un segundo terminal;

e) el al menos un cuarto interruptor (SW4) que comprende un primer terminal y un segundo terminal;

f) un sexto interruptor que comprende un primer terminal y un segundo terminal;

65

en donde el primer terminal de cada tercer interruptor se conecta a un terminal de salida correspondiente del generador y el segundo terminal de cada tercer interruptor se conecta al cátodo de uno correspondiente de los diodos;

- en donde el ánodo de cada uno de los diodos se conecta al primer terminal del sexto interruptor y el cátodo de cada uno de los diodos se conecta adicionalmente al primer terminal de una correspondiente de las resistencias; en donde el segundo terminal del sexto interruptor se conecta a una primera línea del enlace de CC; en donde el segundo terminal de cada una de las resistencias se conecta al primer terminal de uno correspondiente
- 5 de los quintos interruptores; en donde el segundo terminal de cada quinto interruptor se conecta al primer terminal del cuarto interruptor; en donde el segundo terminal del cuarto interruptor se conecta eléctricamente a una segunda línea del enlace de CC.
- 10 4. La turbina eólica de la reivindicación 1, en donde la salida del generador (302) comprende tres terminales y en donde la disposición de volcado de carga comprende:
- 15 a) un primer elemento del al menos un tercer interruptor (SW3) que comprende un primer terminal y un segundo terminal;
- b) un segundo elemento del al menos un tercer interruptor (SW3) que comprende un primer terminal y un segundo terminal;
- c) tres primeros diodos (D1) que comprenden respectivamente un ánodo y un cátodo y tres segundos diodos (D2) que comprenden respectivamente un ánodo y un cátodo;
- 20 d) dispuesta la al menos una resistencia en un banco de resistencias (504) que tiene una pluralidad de resistencias conectadas en paralelo, comprendiendo el banco de resistencias un primer terminal y un segundo terminal;
- e) el al menos un cuarto interruptor (SW4) que comprende un primer terminal y un segundo terminal;
- 25 en donde el cátodo de cada primer diodo se conecta al ánodo de un segundo diodo correspondiente y a un terminal de salida correspondiente del generador; en donde los ánodos de los tres primeros diodos se conectan juntos y los cátodos de los tres segundos diodos se conectan juntos;
- 30 en donde el primer terminal del primer elemento del al menos un tercer interruptor (SW3) se conecta a los ánodos de los tres primeros diodos y el segundo terminal del primer elemento del al menos un tercer interruptor (SW3) se conecta al primer terminal del banco de resistencias;
- en donde el primer terminal del segundo elemento del al menos un tercer interruptor (SW3) se conecta a los cátodos de los tres segundos diodos y el segundo terminal del segundo elemento del al menos un tercer interruptor (SW3) se conecta al segundo terminal del banco de resistencias y a una primera línea del enlace de CC;
- 35 en donde el primer terminal del banco de resistencias se conecta adicionalmente al primer terminal del cuarto interruptor; y en donde el segundo terminal del cuarto interruptor se conecta a una segunda línea del enlace de CC.
- 40 5. La turbina eólica de cualquier reivindicación anterior, que comprende además una unidad de control (316) configurada para detectar un fallo del convertidor o un fallo de la red y para controlar los interruptores respectivos.
6. La turbina eólica de la reivindicación 5, en donde bajo condiciones de funcionamiento normales de la turbina eólica, la unidad de control (316) se configura para cerrar la pluralidad de primeros interruptores (SW1) y la pluralidad de segundos interruptores (SW2) para
- 45 conectar la trayectoria de transmisión de potencia al generador (304) y a la red eléctrica (306).
7. La turbina eólica de las reivindicaciones 5 o 6, en donde tras la detección de un fallo del convertidor, la unidad de control (316) se configura para cerrar el al menos un tercer interruptor (SW3) o uno o más de los al menos un tercer interruptor (SW3) y de los quintos interruptores
- 50 (SW5) para conectar la al menos una resistencia de la disposición de volcado de carga (300) a la salida del generador.
8. La turbina eólica de la reivindicación 7, en donde tras la detección de un fallo del convertidor, la unidad de control (316) se configura para abrir la pluralidad de primeros interruptores para desconectar la trayectoria de transmisión de potencia (308) desde el generador (304).
- 55 9. La turbina eólica de las reivindicaciones 2 o 3, que comprende además una unidad de control (316) configurada para detectar un fallo del convertidor o un fallo de la red y para controlar los interruptores respectivos en donde:
- 60 bajo condiciones de funcionamiento normales de la turbina eólica, la unidad de control (316) se configura para cerrar la pluralidad de primeros interruptores y la pluralidad de segundos interruptores para conectar la trayectoria de transmisión de potencia al generador (304) y a la red eléctrica (306); y/o tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control (316) se configura para cerrar al menos un cuarto interruptor o uno o más de al menos un cuarto interruptor, los quintos interruptores y uno o más sextos interruptores
- 65 para conectar la al menos una resistencia de la disposición de volcado de carga (300) a través del enlace de CC (314) de la trayectoria de transmisión de potencia (308).

10. La turbina eólica de cualquier reivindicación anterior,
que comprende además una pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia, conectando cada trayectoria de
transmisión de potencia la salida (302) del generador (304) a la red eléctrica (306) y comprendiendo un convertidor
del lado del generador acoplado a la salida del generador, un convertidor del lado de la red acoplado a la red de
5 potencia y un enlace de CC acoplado entre el convertidor del lado del generador y el convertidor del lado de la red;
en donde las conexiones eléctricas conectan eléctricamente la al menos una resistencia a la salida del generador y a
través de cada uno de la pluralidad de enlaces de CC por medio de la pluralidad de interruptores.
11. La turbina eólica de la reivindicación 10,
10 en donde cada trayectoria de transmisión de potencia puede conectarse al generador (304) por medio de una
pluralidad correspondiente de primeros interruptores y puede conectarse a la red eléctrica (306) por medio de una
pluralidad correspondiente de segundos interruptores.
12. La turbina eólica de las reivindicaciones 10 u 11,
15 en donde la disposición de volcado de carga (300) puede conectarse a través del enlace de CC de cada trayectoria
de transmisión de potencia por medio de al menos un cuarto interruptor correspondiente.
13. La turbina eólica de una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12,
20 en donde tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de
potencia, la unidad de control (316) se configura para cerrar el al menos un tercer interruptor o uno o más de los al
menos un tercer interruptor y de los quintos interruptores para conectar la al menos una resistencia de la disposición
de volcado de carga (300) a la salida (302) del generador (304).
14. La turbina eólica de la reivindicación 13,
25 en donde tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de
potencia, la unidad de control (316) se configura para abrir la pluralidad correspondiente de primeros interruptores
para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia desde el generador
(304).
15. La turbina eólica de la reivindicación 12,
30 en donde tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control (316) se configura para cerrar el al menos un
cuarto interruptor correspondiente o uno o más del al menos un cuarto interruptor correspondiente, los quintos
interruptores y uno o más sextos interruptores correspondientes para conectar la al menos una resistencia de la
disposición de volcado de carga (300) a través del enlace de CC correspondiente de las una o más de la pluralidad
35 de trayectorias de transmisión de potencia.
16. La turbina eólica de las reivindicaciones 10 u 11,
40 que comprende adicionalmente una pluralidad de disposiciones de volcado de carga, pudiendo conectarse cada
disposición de volcado de carga al generador (304) por medio de al menos un tercer interruptor correspondiente o
uno o más de al menos un tercer interruptor correspondiente y quintos interruptores correspondientes y pudiendo
conectarse a través del enlace de CC de la trayectoria de transmisión de potencia correspondiente por medio de al
menos un cuarto interruptor correspondiente o uno o más de al menos un cuarto interruptor correspondiente, los
quintos interruptores correspondientes y uno o más sextos interruptores correspondientes.
17. La turbina eólica de la reivindicación 16,
45 en donde tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de
potencia, la unidad de control (316) se configura para cerrar el al menos un tercer interruptor correspondiente o uno
o más de los al menos un tercer interruptor correspondiente y de los quintos interruptores correspondientes para
conectar la al menos una resistencia de una o más de las disposiciones de volcado de carga correspondientes a la
50 salida (302) del generador (304).
18. La turbina eólica de la reivindicación 17,
en donde tras la detección de un fallo del convertidor en una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de
potencia, la unidad de control (316) se configura para abrir los uno o más de la pluralidad correspondiente de
55 primeros interruptores para desconectar las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia
desde el generador (304).
19. La turbina eólica de la reivindicación 16,
60 en donde tras la detección de un fallo de la red, la unidad de control (316) se configura para cerrar el al menos un
cuarto interruptor correspondiente o uno o más del al menos un cuarto interruptor correspondiente, los quintos
interruptores correspondientes y uno o más sextos interruptores correspondientes para conectar la al menos una
resistencia de una o más de las disposiciones de volcado de carga correspondientes a través del enlace de CC
correspondiente de las una o más de la pluralidad de trayectorias de transmisión de potencia.
20. La turbina eólica de cualquier reivindicación anterior,
65 en donde los interruptores comprenden uno cualquiera de un grupo que consiste en disyuntores, contactores e

interruptores de potencia de semiconductor.

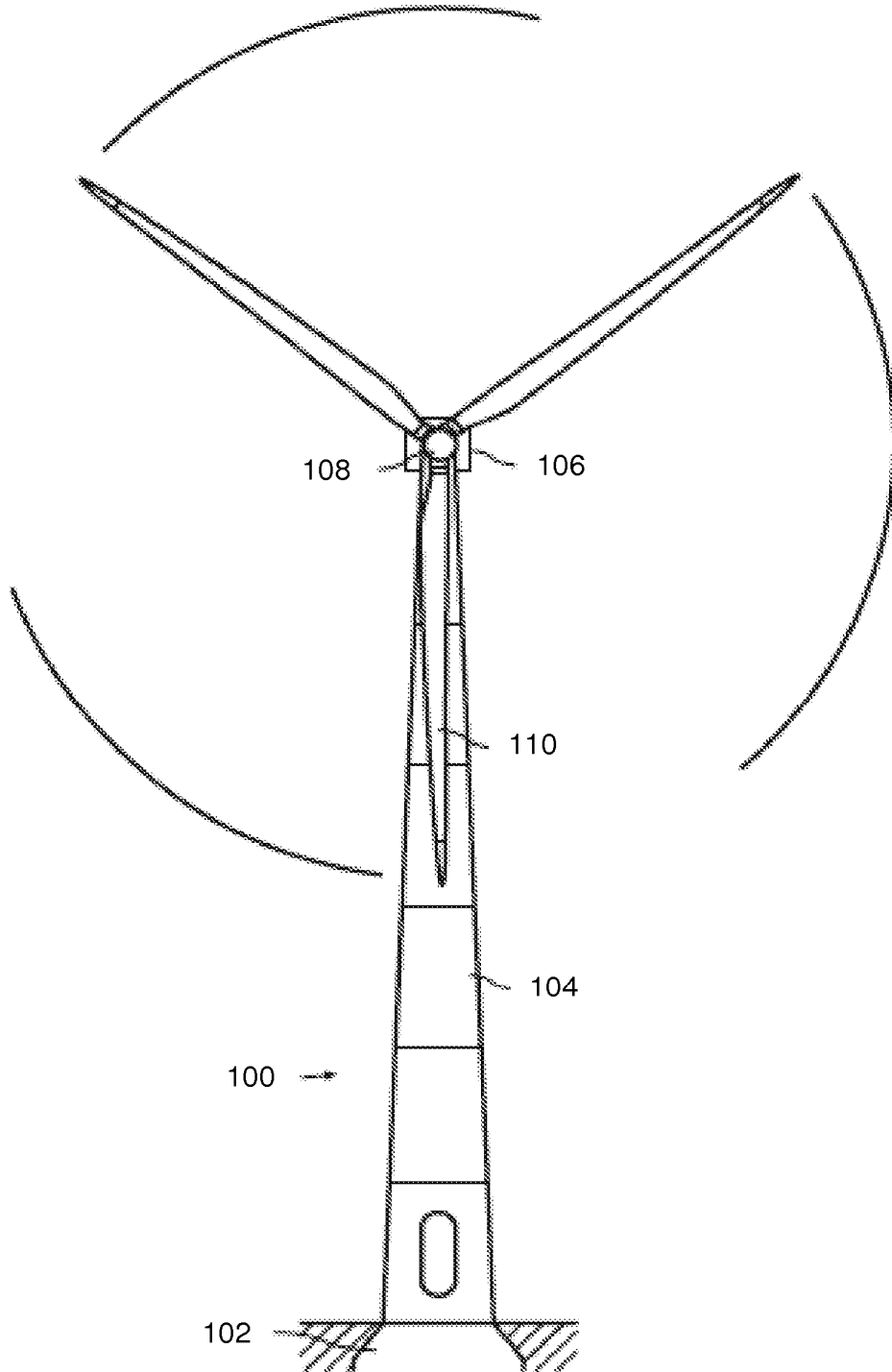


Figura 1

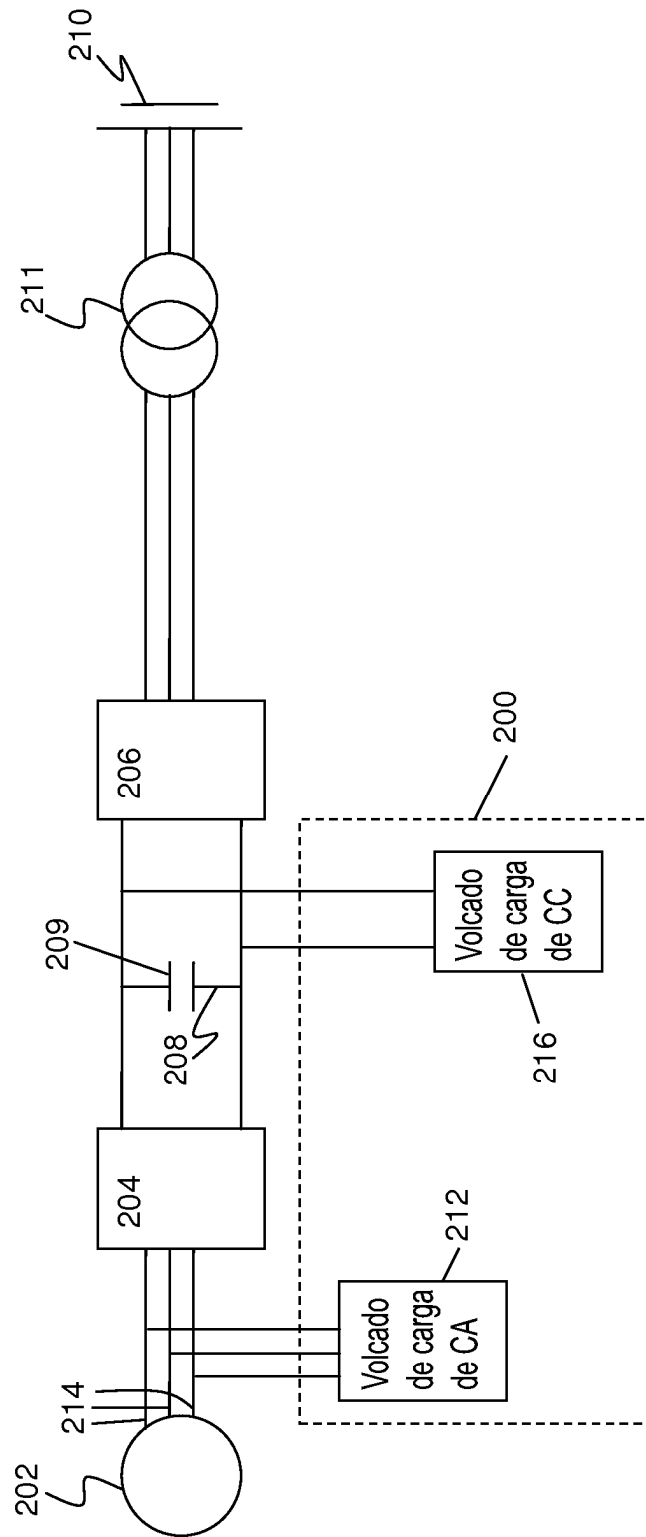


Figura 2

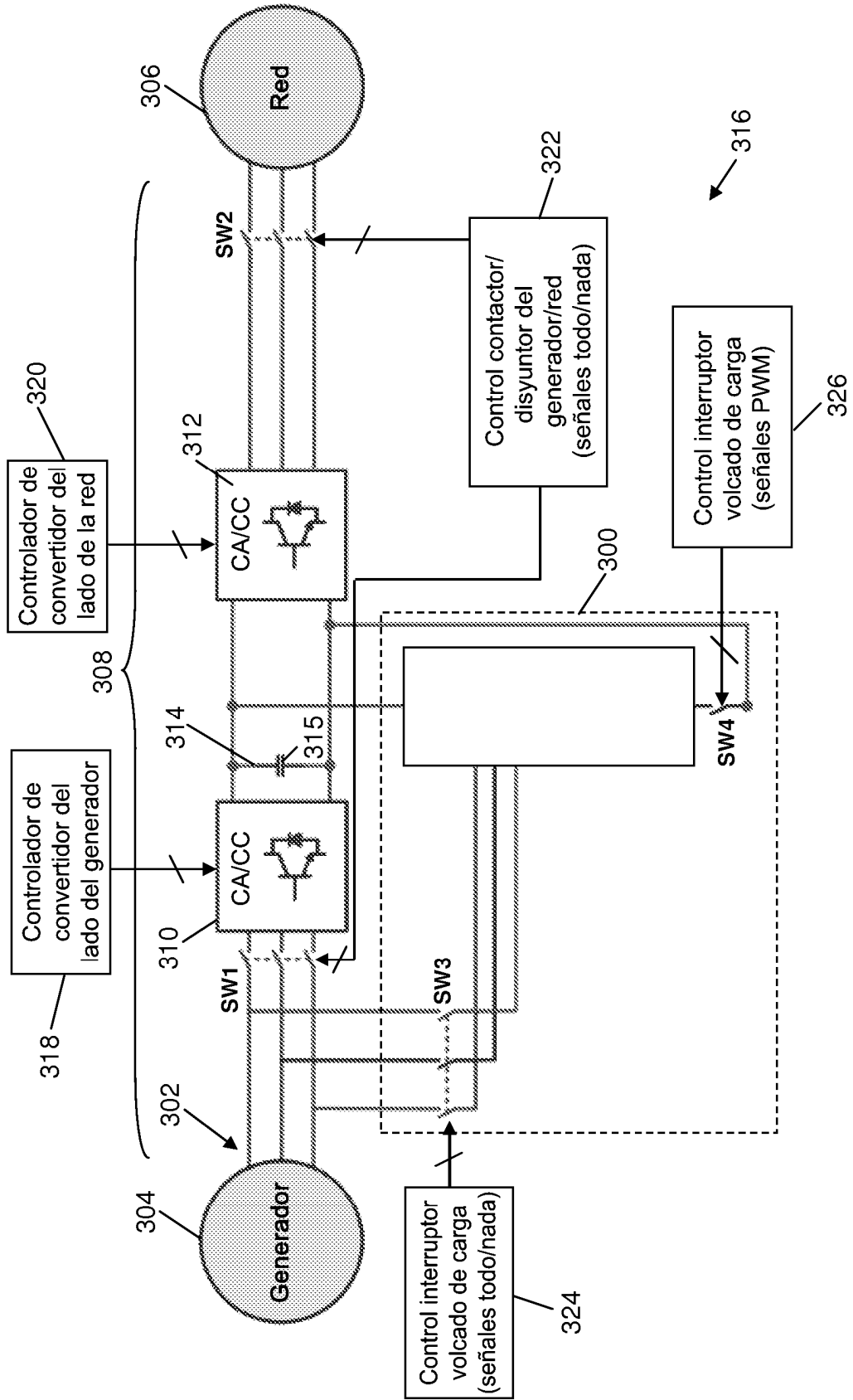


Figura 3

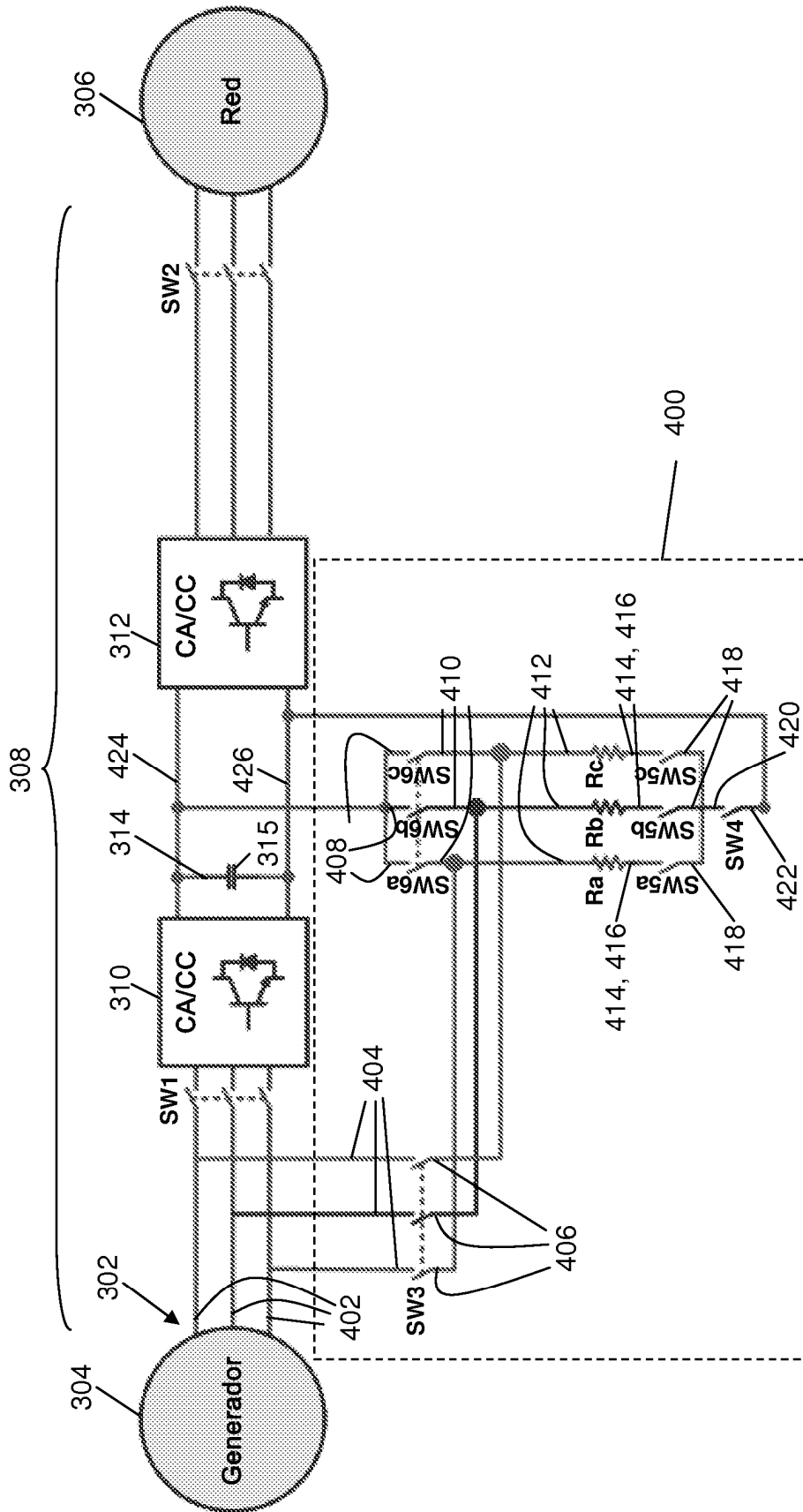


Figura 4a

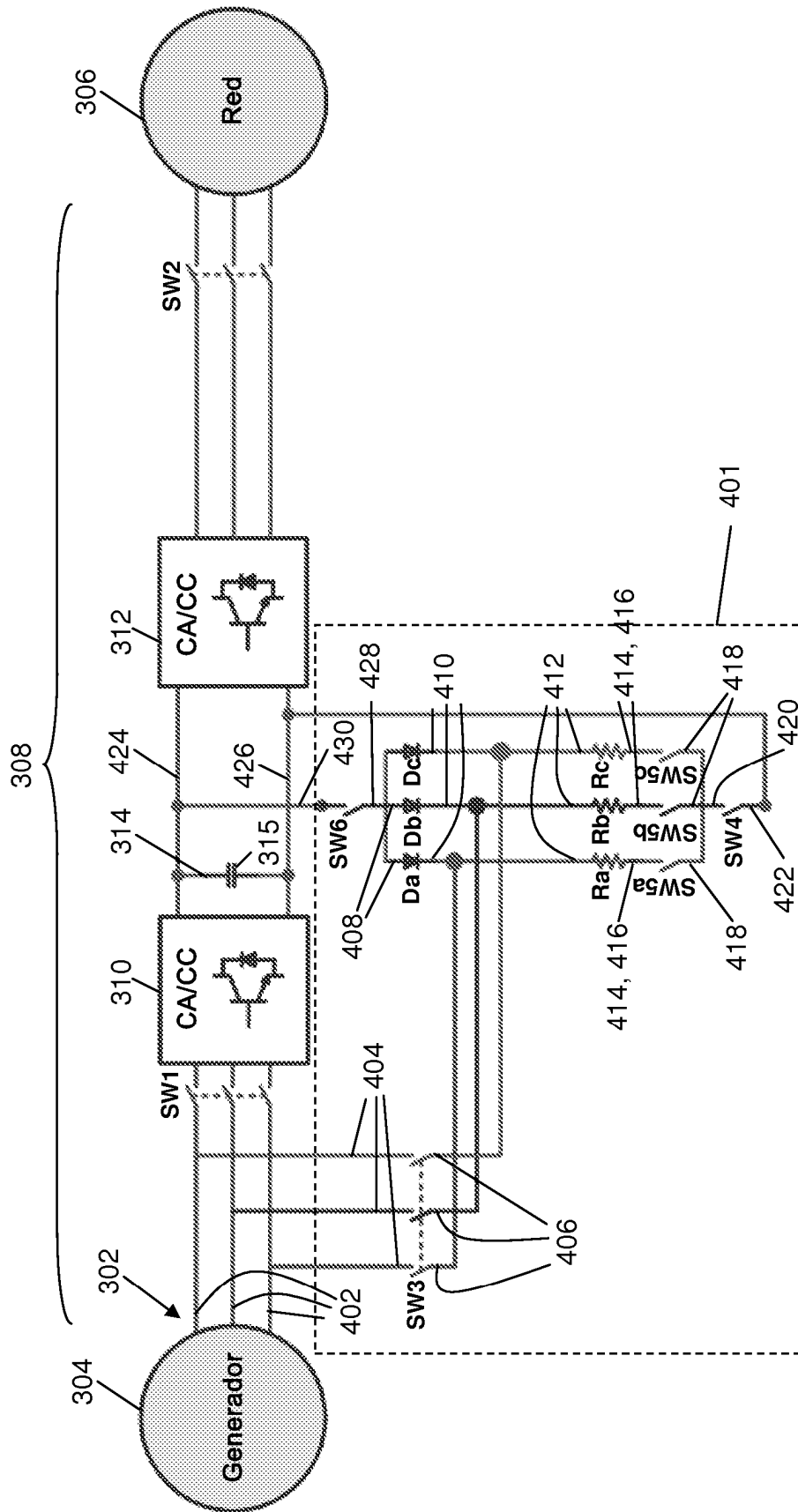


Figura 4b

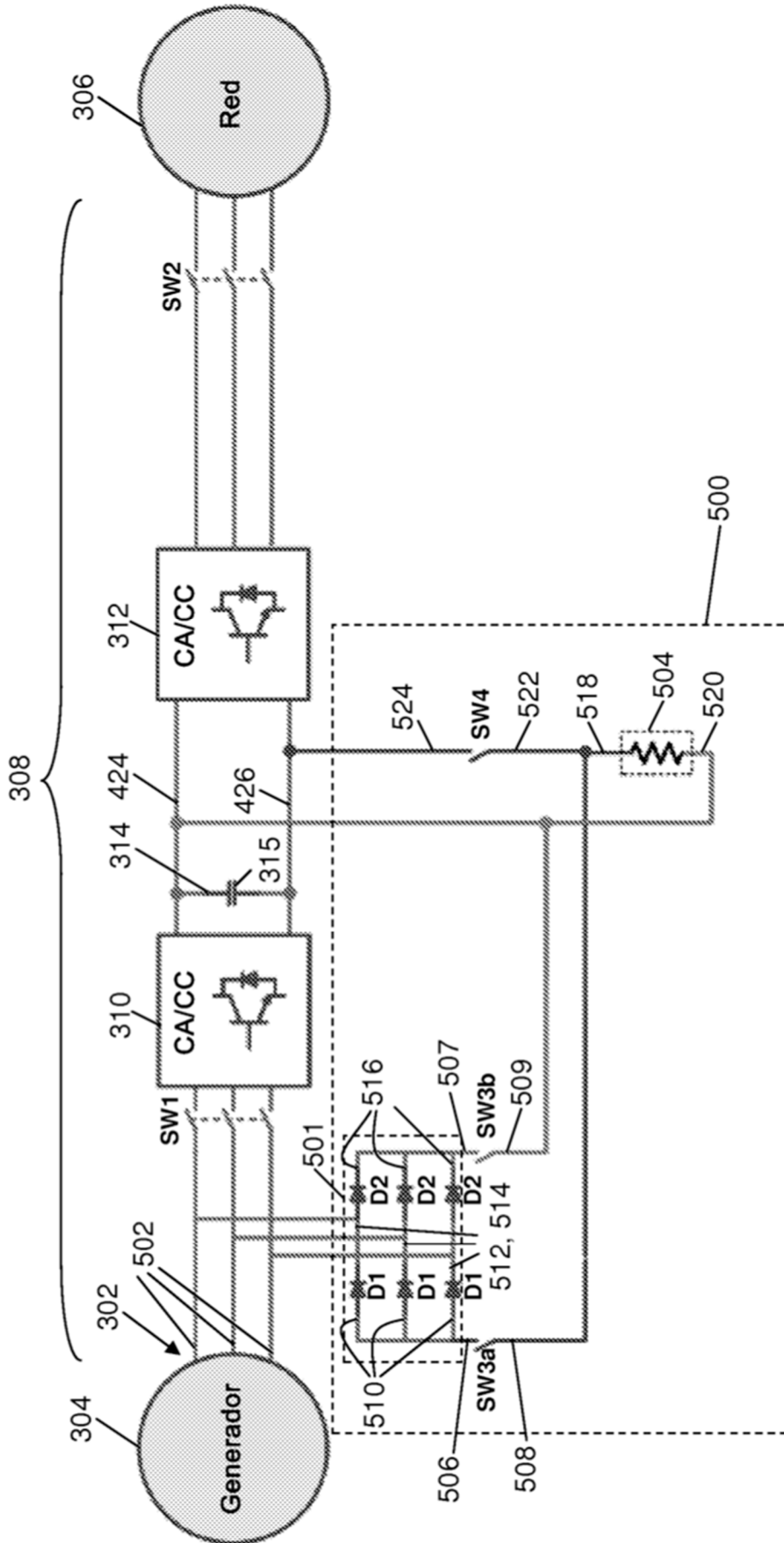


Figura 5a

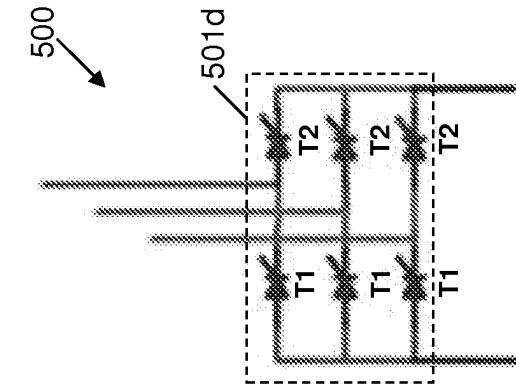


Figura 5d

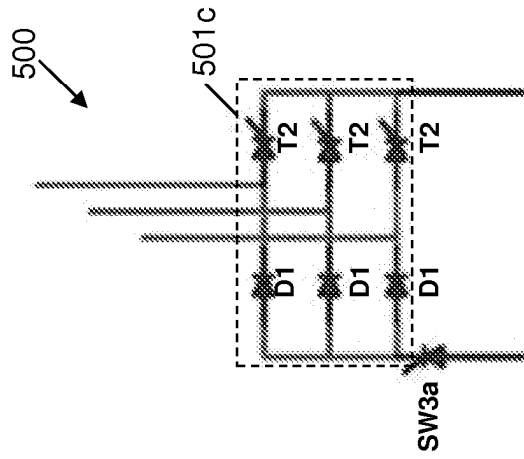


Figura 5c

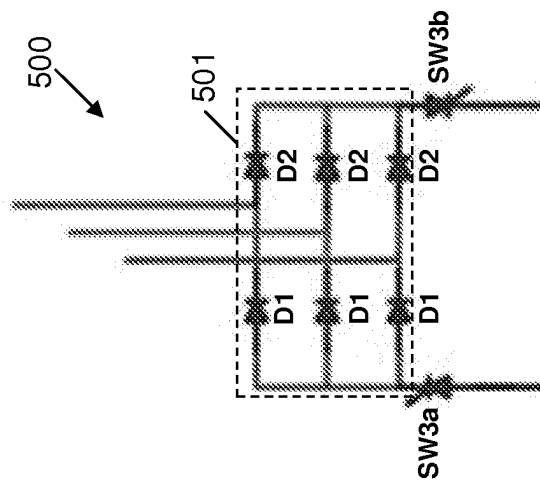


Figura 5b

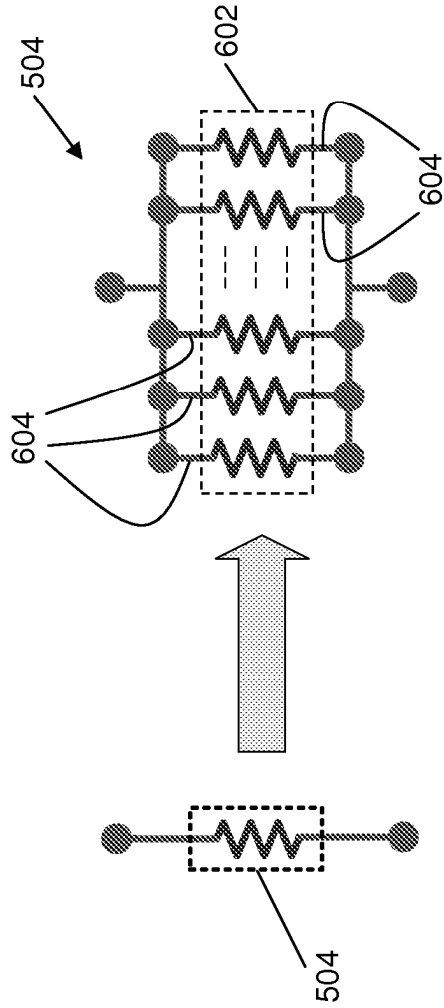


Figura 6

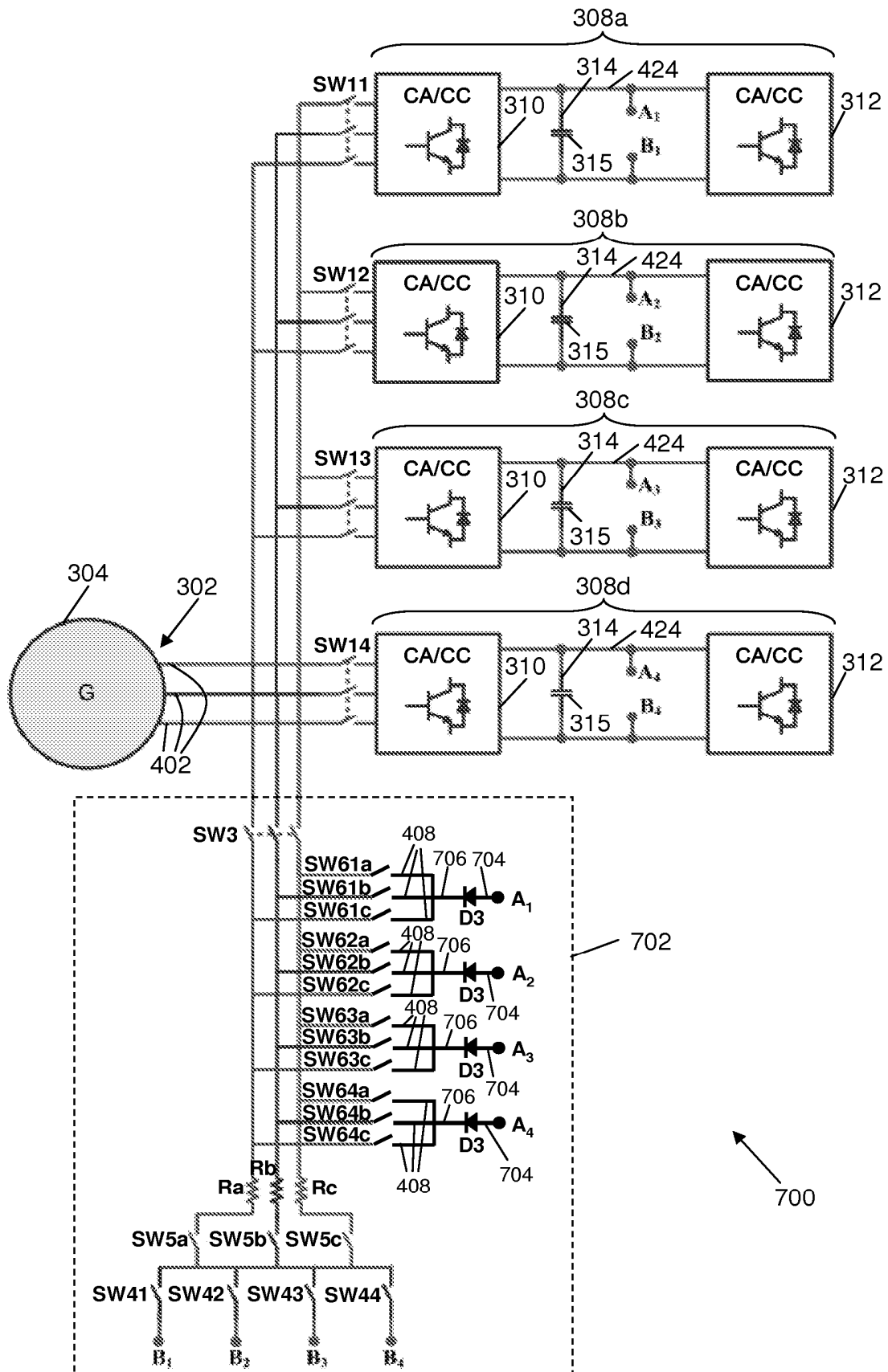


Figura 7

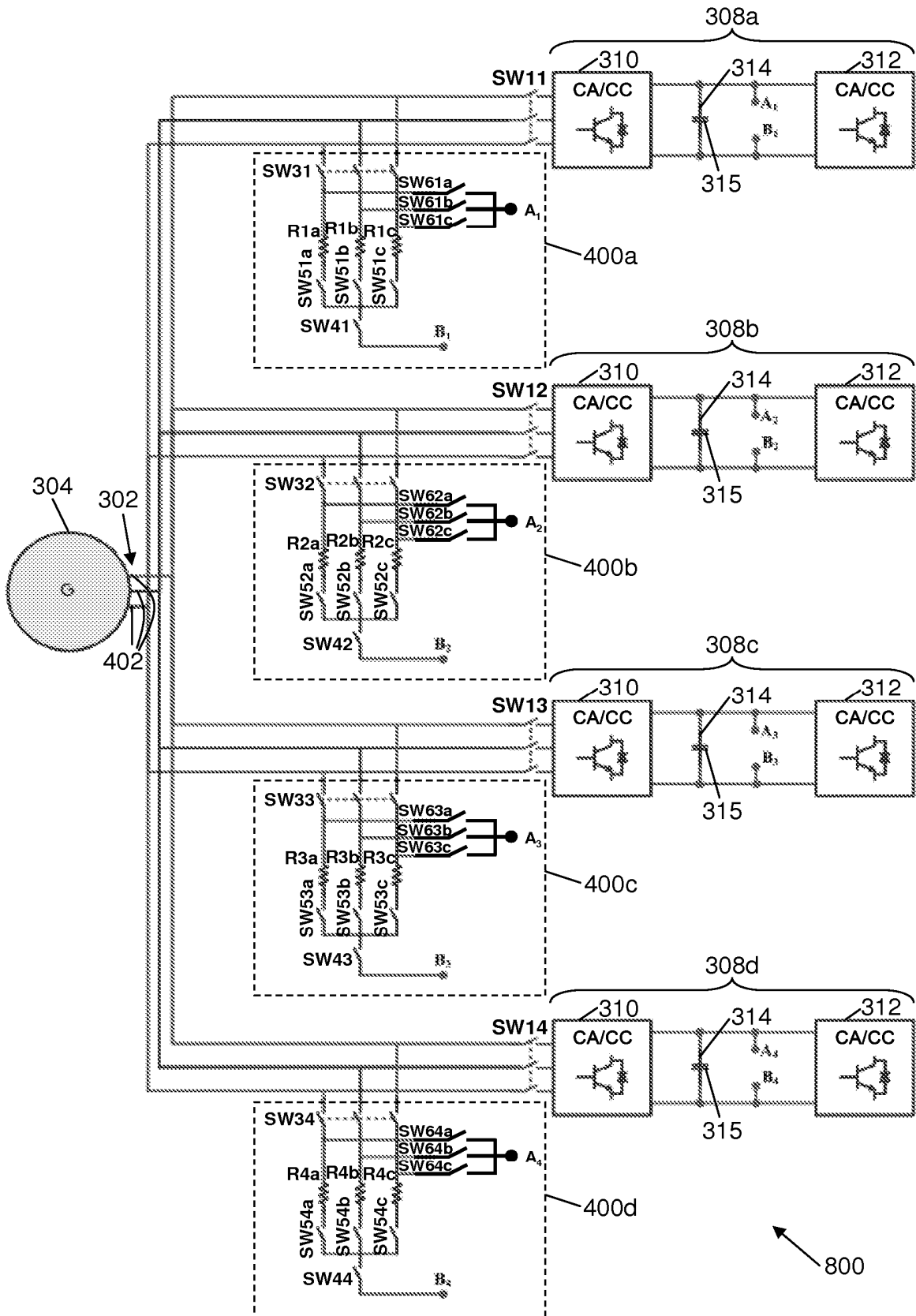


Figura 8

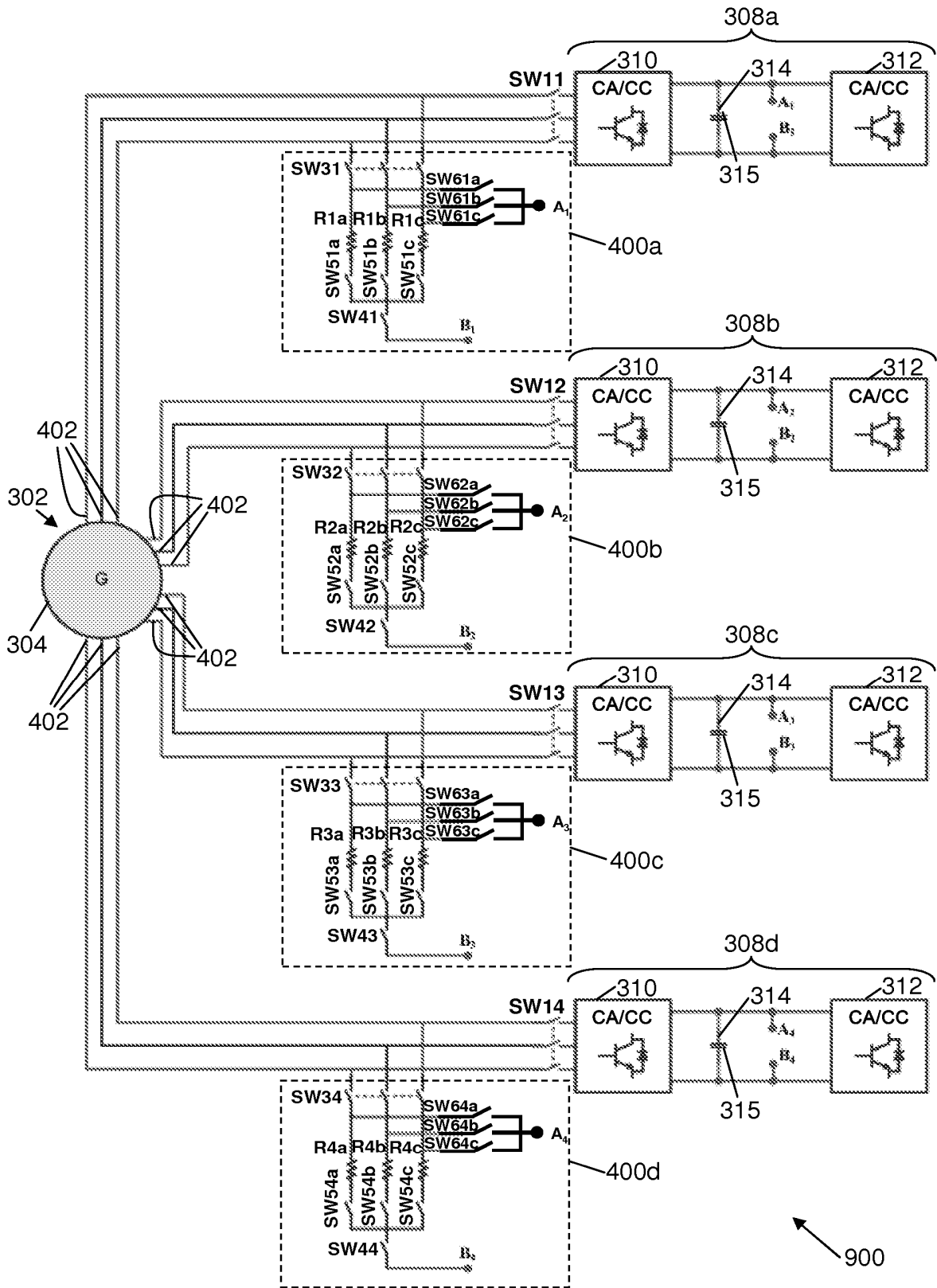


Figura 9

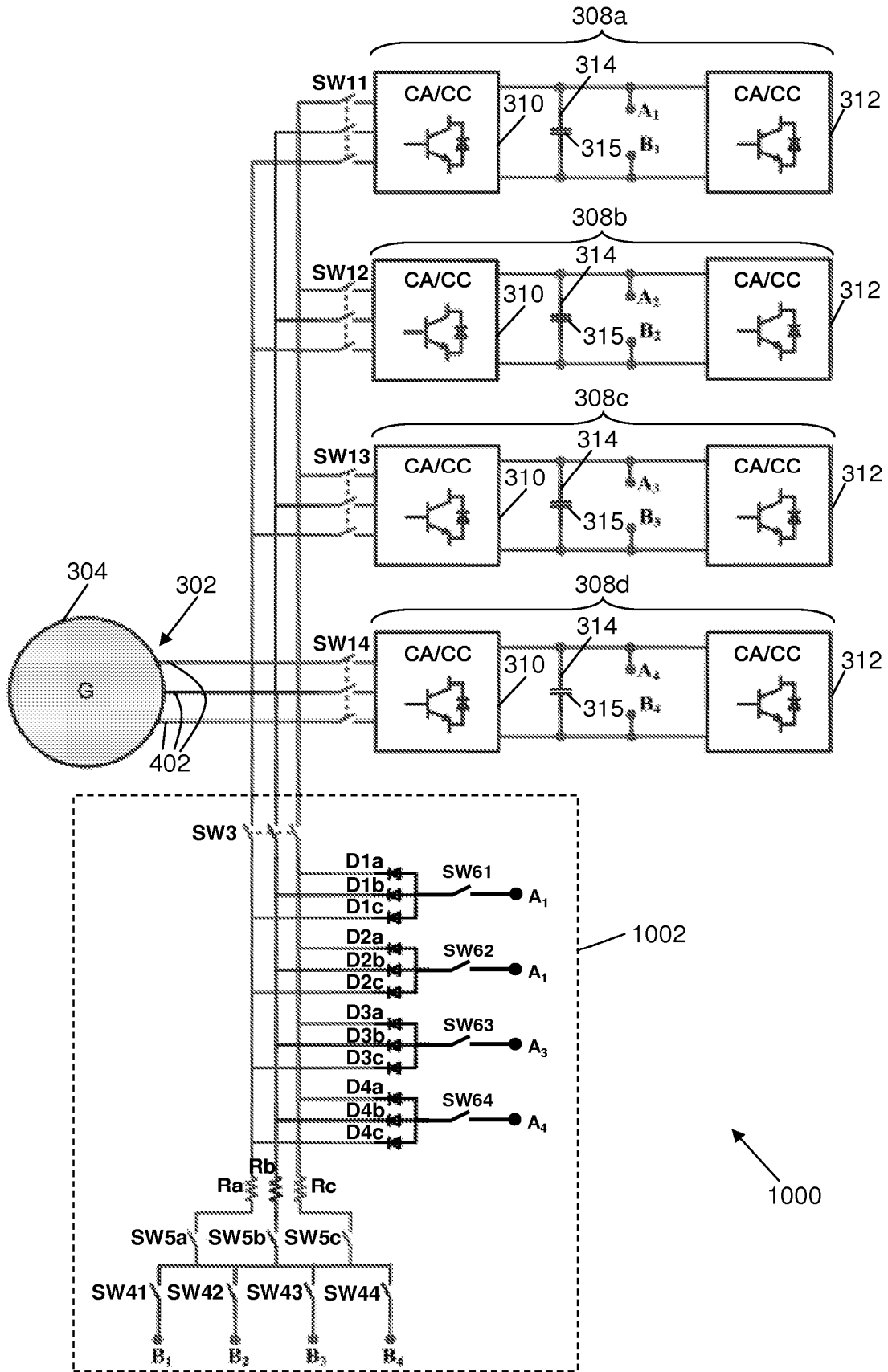


Figura 10

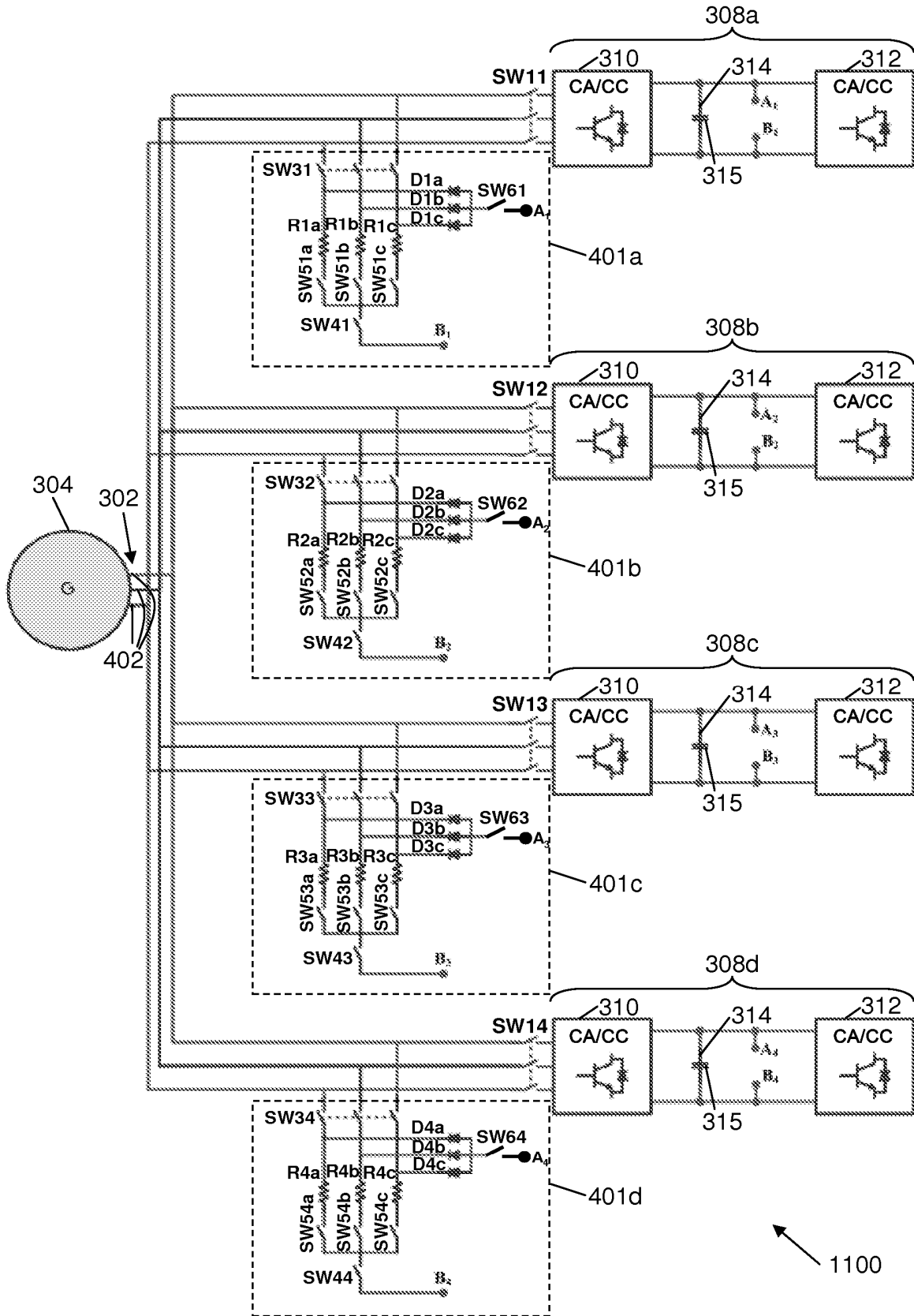


Figura 11

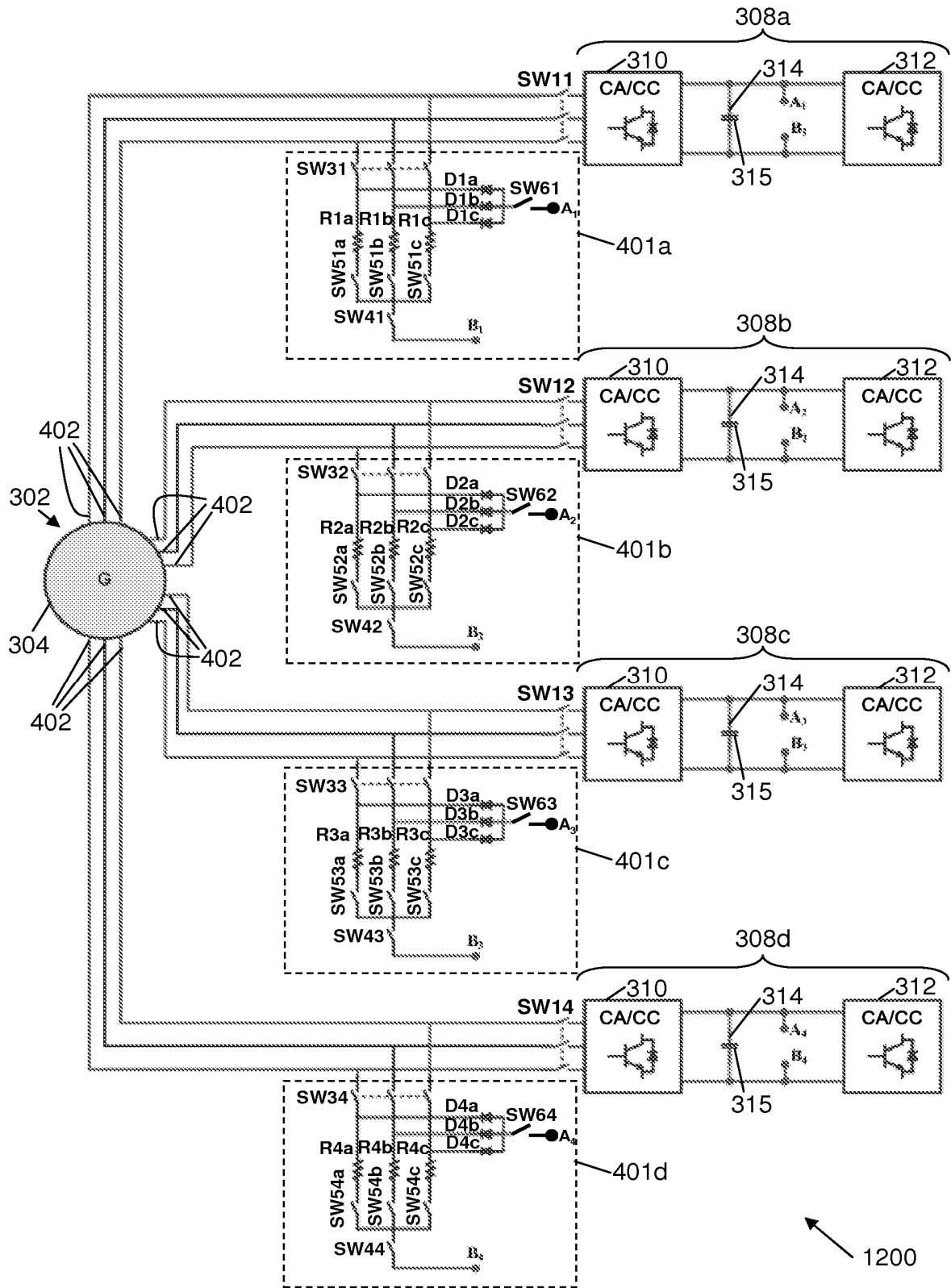


Figura 12

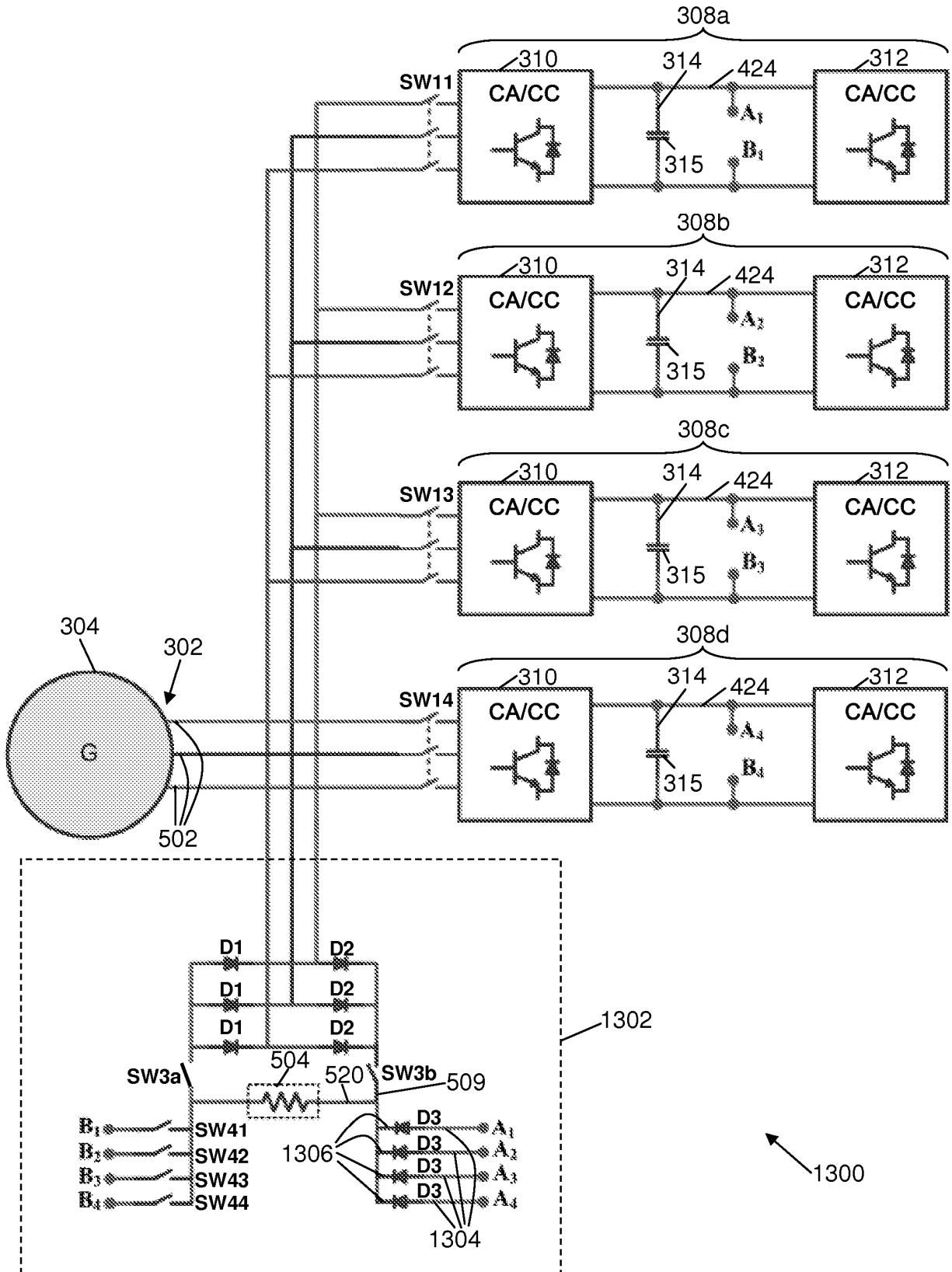


Figura 13

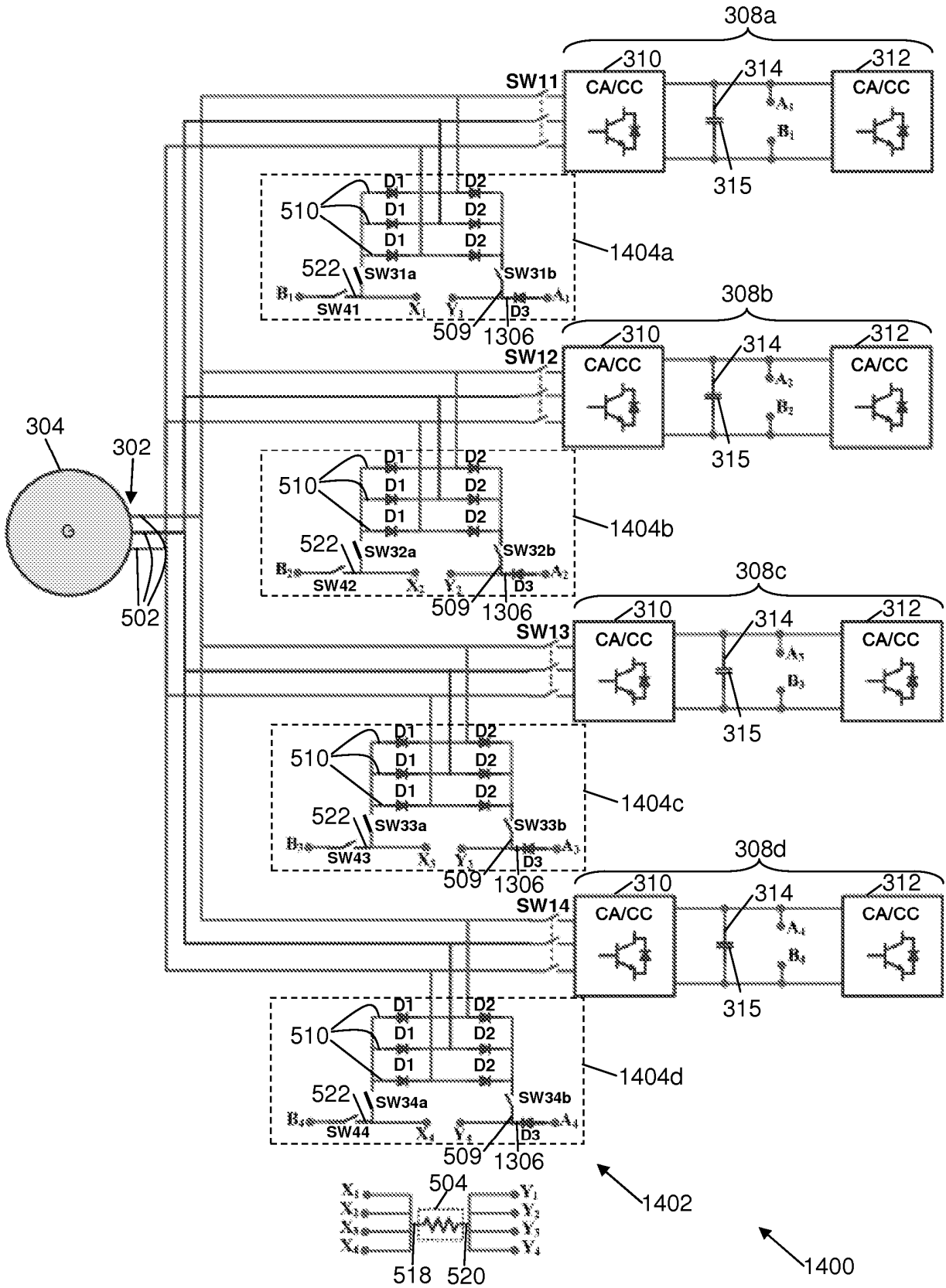


Figura 14

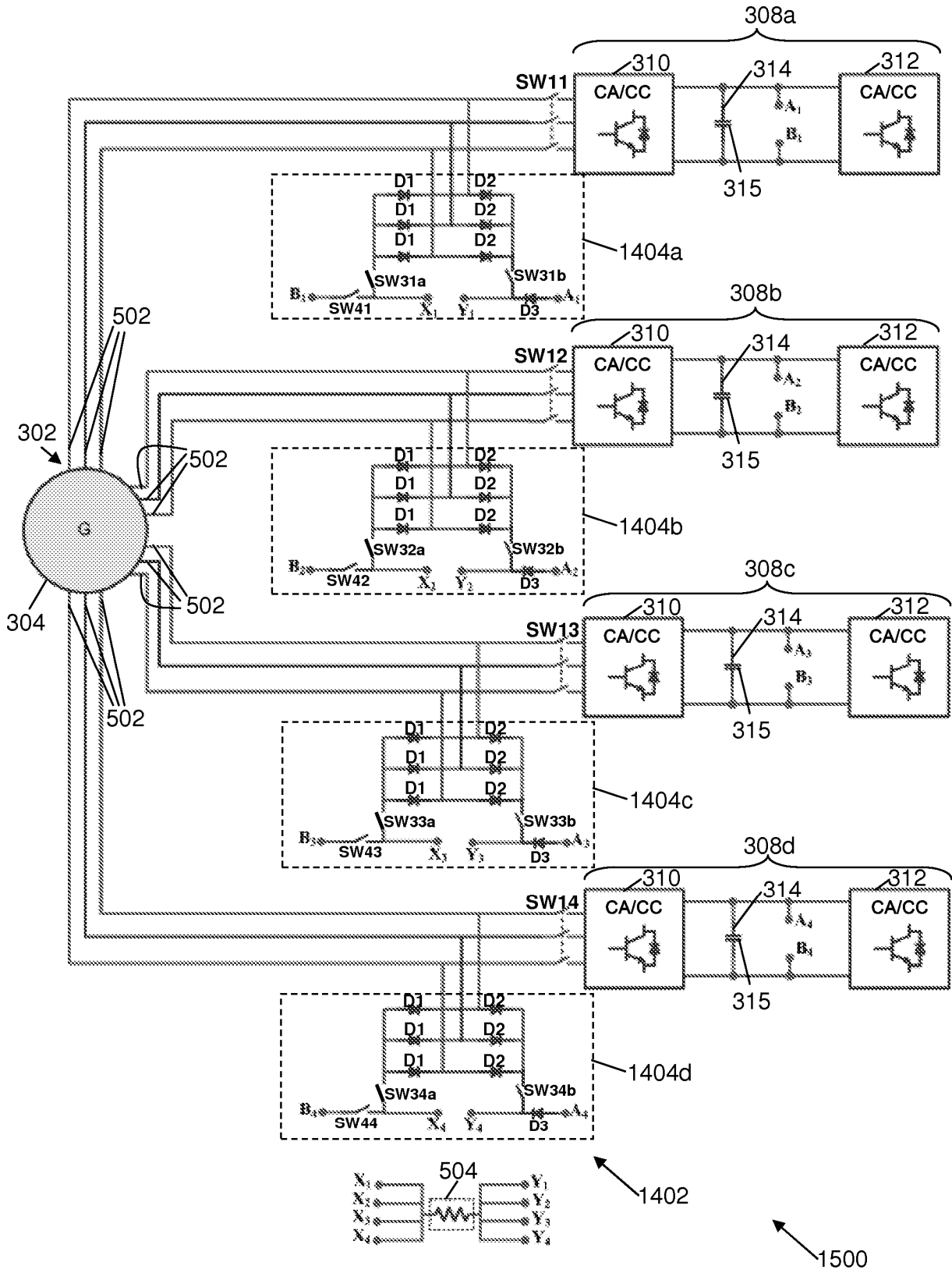


Figura 15

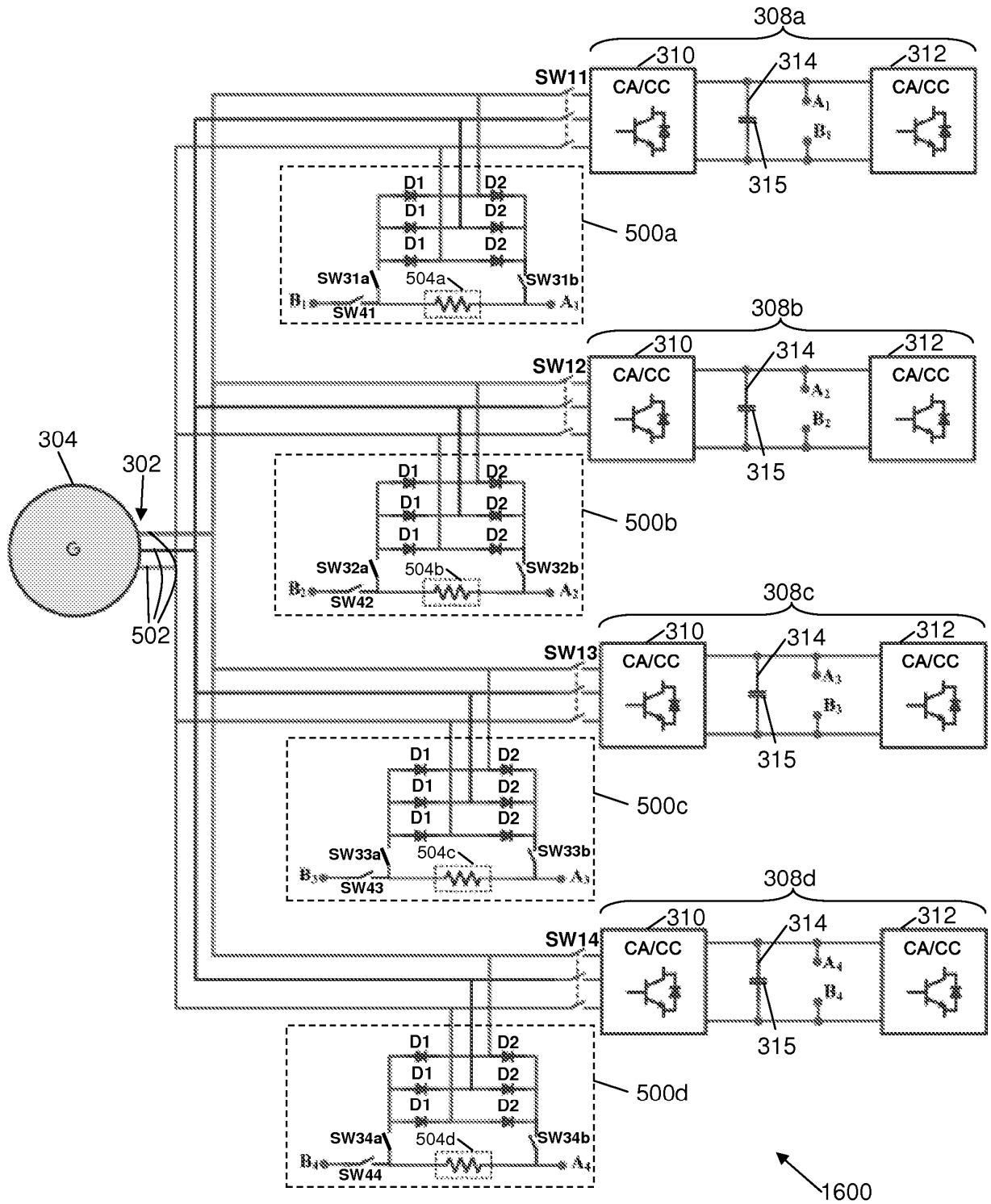


Figura 16

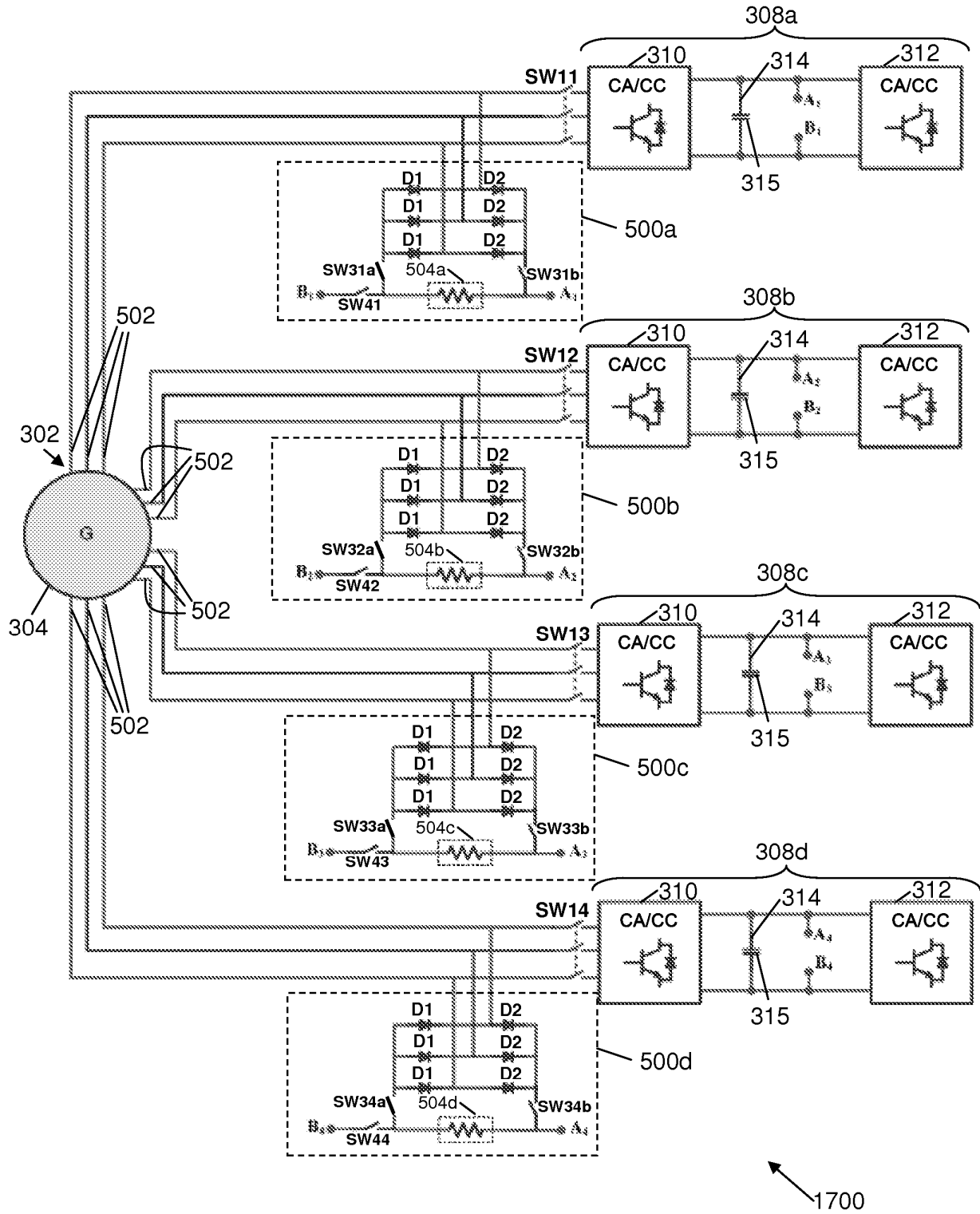


Figura 17