

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 447 567**

51 Int. Cl.:

H02M 5/458

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2009 E 09163154 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 2141790**

54 Título: **Turbina eólica con convertidores paralelos que utilizan una pluralidad de devanados del transformador aislados**

30 Prioridad:

30.06.2008 US 164162

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

12.03.2014

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**WAGONER, ROBERT G.;
RITTER, ALLEN M. y
KLODOWSKI, ANTHONY M.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 447 567 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 con convertidores paralelos que utilizan una pluralidad de devanados del transformador aislados

La invención se refiere, en general, a generadores de turbinas eólicas y, más específicamente, a un procedimiento de interconexión de convertidores de potencia paralelos para que los generadores de turbinas eólicas eliminen una corriente en modo común, que circula entre los convertidores de potencia paralelos.

En general, las turbinas eólicas utilizan el viento para generar electricidad. El viento hace girar múltiples palas conectadas a un rotor. El giro de las palas causado por el viento hace girar un eje del rotor, que se conecta a un generador que genera la electricidad. Específicamente, el rotor se monta dentro de un alojamiento o góndola, que se sitúa en la parte superior de una armadura o torre tubular, que puede ser tan alta como aproximadamente 100 metros. Las turbinas eólicas de grado de utilidad (por ejemplo, las turbinas eólicas diseñadas para suministrar energía eléctrica a una red de suministro eléctrico) pueden tener grandes rotores (por ejemplo, de 30 o más metros de diámetro). Las palas en estos rotores transforman la energía eólica en un par o fuerza de giro que excita uno o más generadores, acoplados giratoriamente al rotor a través de una caja de engranajes. La caja de engranajes se puede utilizar para intensificar la velocidad de giro inherentemente baja del rotor de la turbina para que el generador convierta eficazmente la energía mecánica en energía eléctrica, que se proporciona a una red de suministro eléctrico. Algunas turbinas utilizan generadores que se acoplan directamente al rotor sin utilizar una caja de engranajes. Diversos tipos de generadores se pueden utilizar en estas turbinas eólicas.

Muchos dispositivos, tales como turbinas eólicas, incluyen sistemas convertidores de potencia. Un sistema convertidor de potencia se utiliza normalmente para convertir una tensión de entrada, que puede ser una corriente alterna de frecuencia fija, corriente alterna de frecuencia variable o corriente continua, en un nivel de frecuencia y tensión de salida deseada. Un sistema convertidor suele incluir diversos conmutadores semiconductores de potencia, tales como los transistores bipolares de compuerta aislada (IGBT), tiristores conmutados de compuerta integrada (IGCT o TCG), o transistores de efecto de campo semiconductores de óxido de metal (MOSFET) que se activan a ciertas frecuencias para generar la tensión y frecuencia de salida del convertidor deseadas. La tensión de salida del convertidor se proporciona después a diferentes cargas. Las cargas como se utilizan en la presente memoria pretenden incluir ampliamente motores, redes de energía y cargas resistivas, por ejemplo.

El documento EP1 796 254 desvela un sistema convertidor de potencia y procedimiento que utiliza una pluralidad de hilos del convertidor.

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de potencia típico acoplado a una turbina eólica con generador de campo devanado síncrono o de imán permanente e implementado de acuerdo con un aspecto de la invención. El sistema 10 de potencia se configura para proporcionar potencia de salida CA a la red 21. Una turbina 12 eólica se configura para la conversión de la energía eólica en energía mecánica. La turbina eólica se acopla a través de una caja 19 de engranajes al generador 14 o, como alternativa, se acopla directamente al generador 14. La energía eólica es capturada por el giro de las palas de la turbina eólica, y el generador 14 se configura por un sistema 20 convertidor de potencia controlado por el sistema 24 de control del convertidor para generar una potencia de entrada de frecuencia variable. La potencia se transforma en la tensión apropiada por uno o más transformadores 22 y se suministra a la red 21 eléctrica.

Para dar cabida a la necesidad de una mayor potencia de parques eólicos, las turbinas eólicas individuales están siendo provistas cada vez más de una mayor capacidad de potencia de salida. Para dar cabida a la mayor potencia de salida de los generadores de turbinas eólicas, algunos sistemas de turbinas eólicas están provistos de múltiples convertidores paralelos (también conocidos como hilos del convertidor). Los múltiples convertidores paralelos pueden proporcionar también una ventaja en los convertidores eólicos debido al deseo de la alta disponibilidad y baja distorsión.

Por lo general, los sistemas convertidores de potencia utilizan múltiples puentes del convertidor de potencia paralelos con control de activación para ampliar la capacidad de manipulación de potencia. En aplicaciones de turbinas eólicas, un puente convertidor de potencia se refiere, generalmente, a un circuito convertidor trifásico con seis conmutadores de potencia. Para satisfacer los requisitos de calidad de potencia tanto del lado de la red como del lado de la máquina, tales sistemas utilizan, generalmente, filtros muy grandes y costosos para suavizar las formas de onda moduladas de ancho de impulso. Tales sistemas causan, a veces, el recalentamiento del generador y/o de los transformadores y otros equipos sensibles a la distorsión debido a los altos componentes armónicos, cuando se minimizan los filtros grandes y costosos.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema de potencia típico que emplea múltiples convertidores paralelos. El sistema 10 de potencia se configura para suministrar potencia a una carga 21. Una fuente 14 de generación se configura para generar una potencia de entrada de CA. La potencia de entrada de CA se suministra al sistema 20 convertidor de potencia. El sistema 20 convertidor de potencia comprende del convertidor 20-1 al 20-n. Los convertidores se acoplan en paralelo y se configuran para recibir la potencia de entrada de CA de la fuente 14 de generación. El sistema 20 convertidor de potencia se configura para convertir la potencia de entrada de CA en una potencia de salida de CA. La potencia de salida de CA se proporciona a la carga 21. Las cargas pueden incluir

motores, redes de energía y cargas resistivas, por ejemplo. Aunque las redes son tradicionalmente proveedores de energía, en la mayoría de las realizaciones del sistema de la turbina eólica, la potencia de la turbina eólica se suministra a una red de suministro eléctrico, que actúa como una carga.

5 La pluralidad de múltiples convertidores paralelos, cada uno de los que (también denominados hilos) tiene una fracción de la valuación nominal neta del sistema. Estos hilos del convertidor están vinculados entre sí tanto en los extremos de entrada como de salida para formar una valuación de corriente/potencia neta en la entrada y salida que está directamente relacionada con el número de hilos del convertidor paralelos. Típicamente, un lado del convertidor se conecta a una fuente de energía común (por ejemplo, la red) y el otro a una planta (por ejemplo, un generador).
10 El circuito que conecta el convertidor a la red eléctrica estará normalmente referenciado a tierra. Por razones de coste y tamaño, cada hilo se conecta a un punto común en la red y en la planta con conductores que se dimensionan de acuerdo con la valuación de cada hilo y no del sistema de valuación.

15 El sistema 24 de control del convertidor se configura para proporcionar señales de control para el funcionamiento del sistema 20 convertidor de potencia. El sistema 24 de control del convertidor se acopla al sistema 20 convertidor de potencia y se configura para accionar el sistema convertidor de acuerdo con patrones de conmutación designados previamente. Los patrones de conmutación designados previamente proporcionados por el sistema 24 de control del convertidor pueden proporcionar la activación síncrona de los múltiples convertidores paralelos (20-1 a 20-n) o pueden proporcionar una manera intercalada de control para cada hilo del convertidor con señales de activación de fase desplazada para reducir la conmutación global de los componentes armónicos debido a la cancelación de las formas de onda de fase desplazada.

20 La Figura 3 es un diagrama de bloques de un hilo típico de un sistema convertidor de potencia. Las realizaciones de la turbina eólica, por ejemplo, comprenden típicamente sistemas convertidores de potencia trifásicos. El convertidor 20-1 representa un hilo del sistema 20 convertidor de potencia.

25 El convertidor 20-1 comprende un puente 30 convertidor del generador para la conversión CA-CC, un enlace 35 CC, y un puente 40 convertidor de carga para la conversión CC-CA a una tensión y frecuencia adecuados. El puente 30 convertidor del generador se puede implementar utilizando seis conmutadores 45 semiconductores de potencia. Del mismo modo, el puente 40 del lado de la carga se puede implementar utilizando seis conmutadores 45 semiconductores de potencia. Capacitores 50 del lado del generador y capacitores 55 del lado de la carga se pueden dimensionar para permitir la activación no intercalada o intercalada.

30 La conmutación de los semiconductores de potencia en los hilos del convertidor causa una diferencia de tensión entre los convertidores paralelos, lo que crea una corriente en modo común que fluye entre los hilos del convertidor, incluso sin tener un fallo a tierra en el sistema. La corriente en modo común fluirá en un bucle circular entre los hilos del convertidor de potencia, pero no tendrá ningún impacto en la corriente neta en ninguna de la red o la planta. Los capacitores 60 en modo común suprimen la corriente que atraviesa en modo común de frecuencia elevada (intervalo de frecuencia de conmutación) que vincula tanto a los convertidores del lado del generador como a los convertidores del lado de carga.
35

La Figura 4 ilustra flujo de corriente en modo común en un sistema convertidor de potencia con n hilos (20-1 a 20-n) del convertidor paralelos conectados a una red 21 y a un generador 14 la turbina eólica. Por ejemplo, es posible que una corriente pueda fluir en el hilo T1_L_la 110 y fuera T1_G_la 115 y volver a través del hilo T2_G_la 120 y T2_L_la 125. Hay muchas combinaciones de bucles de dicha corriente que no afectarán a la corriente neta. Sin embargo, estas corrientes en modo común, así como las corrientes que circulan en modo normal, obligan a los dispositivos de conmutación del convertidor y a otros componentes a operar más cerca de los límites térmicos. Además, estas corrientes en modo común pueden causar un error directo en la medición de las corrientes de fallo a tierra de ese bucle, dificultando aún más la detección de fallos. Se requieren grandes inductores en modo común para limitar la cantidad de circulación de corriente en modo común entre los convertidores, así como, se requieren grandes reactores en modo normal para limitar la corriente que circula en modo normal cuando se utiliza el desplazamiento de fase para reducir la distorsión neta.
40
45

Por consiguiente, existe la necesidad de proporcionar una estructura y un procedimiento para interconectar el convertidor de potencia de modo que se reduzca o elimine la corriente en modo común que fluye entre los hilos del convertidor paralelos, sin la necesidad de inductores en modo común, acoplados a múltiples hilos con una capacidad de desplazamiento de fase para reducir la necesidad de filtros voluminosos.
50

Recientemente, las turbinas eólicas han recibido una mayor atención como fuente de energía alternativa ambientalmente segura y relativamente barata. Con este creciente interés, se han hecho considerables esfuerzos para desarrollar turbinas eólicas que son confiables y eficaces. Diversos aspectos y realizaciones de la presente invención se refieren a un procedimiento específico de interconexión de convertidores de potencia en turbinas eólicas, lo que permite la optimización de los costes y la fiabilidad del sistema mediante la eliminación de la corriente en modo común que circula entre los convertidores de potencia paralelos.
55

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de potencia para proporcionar una potencia de salida a una carga. El sistema de potencia incluye un generador configurado para

generar una potencia de entrada de corriente alterna en un sistema convertidor de potencia. El sistema convertidor de potencia se acopla al generador y se interconecta para generar una potencia de salida y proporcionar la potencia de salida a la carga, en el que el sistema convertidor incluye una pluralidad de hilos del convertidor paralelos. Un sistema de control del convertidor se acopla al sistema convertidor de potencia y se configura para accionar el sistema convertidor para reducir los componentes armónicos en la potencia de salida o en la potencia de entrada de corriente alterna. Medios de aislamiento para la potencia de salida del convertidor a la carga se adaptan para evitar la circulación de corriente en modo común entre los hilos del convertidor paralelos.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para eliminar corrientes en modo común en un sistema de potencia que suministra una salida de potencia a una carga de un sistema convertidor de potencia, que incluye una pluralidad de hilos del convertidor paralelos. El procedimiento incluye operar el generador de acuerdo con un controlador para suministrar potencia de CA al sistema convertidor de potencia y suministrar la potencia de CA al sistema convertidor de potencia. El procedimiento incluye también operar la pluralidad de hilos del convertidor de acuerdo con un controlador para el sistema convertidor de potencia; adaptado para accionar el sistema convertidor de potencia para reducir los componentes armónicos en la salida de potencia o en la potencia de entrada de corriente alterna. El procedimiento incluye además suministrar la salida de potencia del sistema convertidor de potencia a la carga a través de al menos un conjunto de una pluralidad de devanados del transformador de potencia aislados, en el que al menos un conjunto de los devanados del transformador de potencia aislados es alimentado por un hilo del convertidor correspondiente de la pluralidad de hilos del convertidor.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, un sistema de potencia de turbina eólica se adapta para evitar la circulación de corriente en modo común entre los hilos del sistema convertidor de potencia al proporcionar potencia de salida a una red de energía eléctrica. El sistema de potencia de turbina eólica incluye un generador de turbina eólica controlado por un controlador de turbina eólica configurado para generar una potencia de entrada de corriente alterna en un sistema convertidor de potencia. El sistema convertidor de potencia se acopla al generador de turbina eólica y se interconecta para generar una potencia de salida y proporcionar la potencia de salida a la carga. El sistema convertidor de potencia incluye una pluralidad de hilos del convertidor paralelos. Un sistema de control del convertidor se acopla al sistema convertidor de potencia y se configura para excitar los hilos del convertidor paralelos para reducir los componentes armónicos en la potencia de salida o en la potencia de entrada de corriente alterna. Los medios de aislamiento para la potencia de salida del convertidor a la red eléctrica se adaptan para evitar la circulación de corriente en modo común entre los hilos del convertidor paralelos. Una pluralidad de conjuntos de devanados de potencia aislados en un transformador de potencia, que se encuentra entre el convertidor y la carga, se proporciona. Cada conjunto de la pluralidad de conjuntos de devanados de potencia aislados en el transformador se conecta con solamente uno de un hilo del convertidor paralelo correspondiente de la pluralidad de hilos del convertidor paralelos.

Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor cuando la siguiente descripción detallada se lee con referencia a los dibujos adjuntos, en los que caracteres similares representan partes similares en todos los dibujos, en los que:

La Figura 1 ilustra un sistema de potencia del generador de una turbina eólica típica para suministrar una salida energía eléctrica a través de un convertidor del sistema de potencia a una carga desde el generador de turbina eólica;

La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de potencia típico que emplea múltiples convertidores de frecuencia y de tensión paralelos;

La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de un típico hilo de un hilo de un sistema convertidor de potencia;

La Figura 4 ilustra el flujo de corriente en modo común en un sistema convertidor de potencia con hilos del convertidor paralelos;

La Figura 5 ilustra las conexiones de salida de potencia de los devanados no aislados de un generador de turbina eólica que se alimentan con los hilos del convertidor de un sistema convertidor de potencia;

La Figura 6 ilustra una realización de un sistema de potencia que incluye un sistema convertidor de potencia que incorpora una pluralidad de hilos del convertidor paralelos que suministran devanados de potencia aislados, en una configuración en estrella, para un transformador del lado de la carga;

La Figura 7 ilustra otra realización de un sistema de potencia que incluye un sistema convertidor de potencia que incorpora una pluralidad de hilos del convertidor paralelos que suministran los devanados de potencia aislados, en una configuración de triángulo, para un transformador del lado de la carga; y

La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento de eliminación de las corrientes en modo común en un sistema de potencia que suministra la salida de potencia a una carga desde un sistema convertidor de potencia que incluye una pluralidad de hilos del convertidor paralelos.

Las siguientes realizaciones de la presente invención tienen muchas ventajas, incluyendo la eliminación de la corriente en modo común que circula entre los hilos del convertidor paralelos. Para eliminar la corriente en modo común que circula entre los convertidores paralelos del sistema de turbina eólica, la nueva estructura y el procedimiento descritos aíslan las salidas de los hilos del convertidor paralelos en el lado del lado de la carga, mediante la utilización de devanados de potencia aislados en el lado de entrada del transformador principal. Una disposición de este tipo elimina la necesidad de un inductor en modo común, promueve la fiabilidad del sistema y reduce el coste total del sistema.

La Figura 5 ilustra las conexiones de salida de potencia de la técnica anterior, devanados no aislados de un generador de turbina eólica se alimentan con los hilos del convertidor paralelos del lado del generador para un sistema convertidor de potencia. El convertidor 20 del sistema de potencia incluye los hilos 20-1, 20-2, 20-3 y 20-n del convertidor paralelos. Los devanados 205 de potencia del generador del generador 14 de la turbina eólica se pueden configurar en una disposición en estrella, con los devanados 210, 211, 212 de potencia vinculados en el punto 215 neutro de estrella. El extremo opuesto de cada fase de los devanados 210, 211, 212 de potencia (opuesto al punto neutro de estrella) se puede unir a cada entrada 250, 255, 260 de una fase correspondiente (Fase A 230, Fase B 235, Fase C 240 para cada uno de los hilos 20-1 a 20-n del convertidor paralelos. Las entradas de las conexiones de fases correspondientes de cada uno de los hilos del convertidor están vinculadas entre sí. Las entradas de los hilos 20-1 a 20-n del convertidor están vinculadas de manera similar en los puntos 270, 275 y 280 a los devanados 25-1 del lado del convertidor para el transformador 25 principal, lo que permite que la corriente 205 que circula en modo común fluya en bucle cerrado entre los hilos del convertidor.

La Figura 6 ilustra una realización de un sistema de potencia que incluye un sistema convertidor de potencia que incorpora una pluralidad de hilos del convertidor paralelos suministrados por devanados de potencia aislados, configurados en estrella del transformador principal. Un generador 14 de la turbina eólica puede suministrar las entradas Fase A 230, Fase B 235, Fase C 240 a cuatro 20-1 a 20-n hilos del convertidor paralelos ejemplares del sistema 20 convertidor de potencia a partir de tres conjuntos de devanados 210, 215, 220 trifásicos no aislados de los devanados 205 de potencia del generador. En el presente ejemplo, se ilustran devanados no aislados en una configuración en estrella. Sin embargo, los devanados 405 no aislados del generador de turbina eólica pueden incluir, en cambio, cualquier otra disposición del transformador adecuada para la aplicación de potencia.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, los devanados 25-1 del lado del convertidor del transformador 25 principal incluyen un conjunto separado de devanados de potencia trifásicos aislados para cada hilo 20-1 a 20-n del convertidor individual. Las conexiones 340, 345, 350 y 355 de salida de los hilos 20-1 a 20-n del convertidor se vinculan a los devanados 305, 310, 315 y 320 de potencia aislados configurados en estrella del transformador 25 principal, respectivamente.

Debido a que los devanados 25-1 de potencia del lado del convertidor del transformador 25 principal están aislados de los hilos del convertidor individuales, los hilos del convertidor ya se conectan galvánicamente en el lado de la carga, evitando de este modo el flujo de las corrientes en modo común en el lado del generador entre los hilos del convertidor. La trayectoria de flujo se aísla a pesar de la conexión en los puntos 250, 255 y 260 entre la misma fase de cada hilo del convertidor en el lado del generador. Con la eliminación de las corrientes en modo común que fluyen entre los hilos del convertidor, se puede eliminar el reactor en modo común, reduciendo el coste, la complejidad, y el tamaño del hilo del convertidor.

La Figura 7 ilustra otra realización de un sistema de potencia que incluye un sistema convertidor de potencia que incorpora una pluralidad de hilos del convertidor paralelos que suministran los devanados de potencia aislados, en una configuración de triángulo, para un transformador del lado de la carga. Los devanados 405, 410, 415 y 420 de potencia del transformador de entrada trifásicos aislados aceptan las salidas 440, 445, 450 y 455 de los hilos 20-1 a 20-n del convertidor individuales, proporcionando un efecto de aislamiento similar entre los hilos del convertidor respectivos, evitando de ese modo que las corrientes en modo común fluyan entre los hilos del convertidor.

Si bien la Figura 6 o la Figura 7 ilustran transformadores configurados en estrella-estrella y transformadores configurados en triángulo-triángulo a ser utilizados para aislar la circulación de corrientes en modo común, se contempla que el aislamiento de las corrientes que circulan en modo común se puede disponer en el lado del convertidor de la carga utilizando un transformador configurado en estrella o cualquier otro tipo de transformador conveniente para la operación de potencia. Adicionalmente, aunque una configuración de transformador estrella-estrella y una configuración de transformador triángulo-triángulo se ilustran en la Figura 6 y en la Figura 7, respectivamente, las configuraciones en estrella-triángulo y triángulo-estrella también pueden ser utilizadas, así como otros tipos adecuados de transformadores de potencia.

Si bien esta realización ha descrito un sistema de potencia y un convertidor de potencia para un generador de turbina eólica, se entiende que la presente invención puede ser generalmente aplicable a otros tipos de sistemas de potencia, generadores de energía eléctrica y convertidores del sistema de potencia.

El aislamiento de los devanados del generador para proporcionar entrada de energía eléctrica al convertidor se puede combinar además con el aislamiento de los devanados para la salida de potencia de los hilos del convertidor paralelos convertidores en un transformador de salida.

En una realización adicional de la presente invención, se proporciona un procedimiento para eliminar corrientes en modo común en un sistema de potencia que suministra una salida de potencia a una carga de un sistema convertidor de potencia que incluye una pluralidad de hilos del convertidor paralelos. El procedimiento puede incluir operar un generador de turbina eólica de acuerdo con un controlador de la turbina eólica para proporcionar una salida eléctrica a una red a través de un convertidor que incluye una pluralidad de hilos del convertidor paralelos. El procedimiento incluye también operar los hilos del convertidor paralelos para suministrar energía eléctrica a la red de acuerdo con un controlador para el sistema convertidor de potencia; adaptado para accionar el sistema convertidor de potencia para reducir los componentes armónicos en la salida de potencia o en la entrada de potencia de corriente alterna utilizando la energía eléctrica suministrada por el generador de turbina eólica. El procedimiento incluye también suministrar energía eléctrica procedente de cada uno de los hilos del convertidor paralelos a través de un devanado aislado del transformador del lado del convertidor, adaptado para aislar eléctricamente una trayectoria de circulación de las corrientes en modo común entre los hilos del convertidor.

La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento para eliminar corrientes en modo común en un sistema de potencia que suministra una salida de potencia a una carga de un sistema convertidor de potencia que incluye una pluralidad de hilos del convertidor paralelos. Etapa inicial 510, operar un generador de turbina eólica de acuerdo con un controlador del generador de turbina eólica para suministrar una energía eléctrica a una red a través de un convertidor que incluye una pluralidad de hilos del convertidor paralelos. En la etapa 520, el convertidor del sistema de potencia opera los hilos del convertidor paralelos para suministrar energía eléctrica a la red utilizando la energía eléctrica suministrada por el generador de turbina eólica. Durante la operación de los hilos del convertidor paralelos, el controlador del convertidor proporciona señales de activación a los conmutadores semiconductores de los hilos del convertidor paralelos para accionar el sistema convertidor de potencia para reducir los componentes armónicos en la salida de potencia o en la entrada de potencia de corriente alterna. La activación por los hilos del convertidor paralelos se puede realizar en un patrón intercalado o no intercalado. En la etapa 530, los hilos del convertidor paralelos suministran potencia a la red a través de los devanados de potencia de entrada aislados del transformador principal en el lado de carga del convertidor, evitando que la corriente en modo común circule entre los hilos del convertidor.

Si bien diversas realizaciones se describen en el presente documento, se apreciará a partir de la memoria descriptiva que se pueden realizar diversas combinaciones de elementos, variaciones o mejoras, y están dentro del alcance de la invención.

Diversos aspectos y realización de la presente invención se definen por las siguientes cláusulas numeradas:

1. Un sistema de potencia para proporcionar una potencia de salida a una carga, comprendiendo el sistema:

un generador configurado para generar una potencia de entrada de corriente alterna en un sistema convertidor de potencia;

un sistema convertidor de potencia acoplado al generador e interconectados para generar una potencia de salida y proporcionar la potencia de salida a la carga, en el que el sistema convertidor incluye una pluralidad de hilos del convertidor paralelos;

un sistema de control del convertidor acoplado al sistema convertidor de potencia y configurado para accionar el sistema convertidor para reducir los componentes armónicos en la potencia de salida o en la potencia de entrada de corriente alterna; y

medios de aislamiento para la potencia de salida del convertidor a la carga, adaptados para evitar la circulación de corriente en modo común entre los hilos del convertidor paralelos.

2. El sistema de potencia de la cláusula 1, comprendiendo además el sistema convertidor de potencia: medios de aislamiento para la potencia de salida que incluyen una pluralidad de conjuntos de devanados de potencia aislados en el transformador de salida del convertidor en el que cada conjunto de la pluralidad de conjuntos de devanados de potencia aislados del transformador de salida se conecta con uno de un hilo del convertidor paralelo correspondiente de la pluralidad de hilos del convertidor paralelos.

3. El sistema de potencia de cualquier cláusula anterior, en el que el conjunto de devanados de potencia aislados en el transformador de salida comprende un devanado de potencia trifásico y cada uno de la pluralidad de hilos del convertidor paralelos comprende una entrada de potencia trifásica.

4. El sistema de potencia de cualquier cláusula anterior, en el que el devanado de potencia trifásico comprende:

devanados de entrada de potencia conectados en estrella.

5. El sistema de potencia de cualquier cláusula anterior, en el que el devanado de potencia trifásico comprende:

devanados de entrada de potencia del generador conectados en triángulo.

6. El sistema de potencia de cualquier cláusula anterior, en el que el devanado de potencia trifásico comprende:
 al menos un devanado de potencia configurado en triángulo-estrella los devanados de potencia configurados
 y al menos un devanado de potencia configurado en estrella-triángulo.
- 5 7. El sistema de potencia de cualquier cláusula anterior, en el que el generador comprende: un generador de
 turbina eólica.
8. El sistema de potencia de cualquier cláusula anterior, en el que la carga comprende: una red de energía
 eléctrica.
9. El sistema de potencia de cualquier cláusula anterior, en el que el sistema de control del convertidor excita los
 hilos del convertidor paralelos del sistema convertidor de acuerdo con un esquema de control intercalado.
- 10 10. El sistema de potencia de cualquier cláusula anterior, en el que el sistema de control del convertidor excita
 los hilos del convertidor paralelos del sistema convertidor de acuerdo con un esquema de control no intercalado.
11. Un procedimiento para eliminar corrientes en modo común en un sistema de potencia que suministra una
 salida de potencia a una carga de un sistema convertidor de potencia que incluye una pluralidad de hilos del
 convertidor paralelos, comprendiendo el procedimiento:
- 15 operar el generador de acuerdo con un controlador para suministrar potencia de CA a un sistema convertidor
 de potencia;
- operar la pluralidad de hilos del convertidor para suministrar potencia a una carga de acuerdo con un
 controlador del sistema convertidor de potencia adaptado para accionar el sistema convertidor de potencia
 para reducir los componentes armónicos en la salida de potencia o en la entrada de potencia de corriente
 alterna; y
- 20 suministrar la potencia de CA del convertidor del sistema de potencia a una carga a través de una pluralidad
 de conjuntos de devanados de potencia aislados de un transformador en el lado de carga del convertidor del
 sistema de potencia, en el que cada hilo del convertidor de la pluralidad de hilos del convertidor alimenta los
 devanados del transformador de potencia aislados correspondientes.
- 25 12. El procedimiento para eliminar corrientes en modo común acuerdo con la cláusula 11, que comprende:
 suministrar la potencia de CA a la carga del sistema convertidor de potencia a través de conjuntos devanados de
 potencia trifásicos aislados en el transformador.
13. El procedimiento para eliminar corrientes en modo común acuerdo con la cláusula 11 o la cláusula 12, que
 comprende además: suministrar la potencia de CA a la carga del sistema convertidor de potencia a través de
 grupos de aislados, en configurado en estrella, devanados trifásicos de la potencia en el transformador.
- 30 14. El procedimiento para eliminar corrientes en modo común acuerdo con cualquiera de las cláusulas 11 a 13,
 que comprende además: el suministro de la potencia de CA a la carga del sistema convertidor de potencia a
 través de conjuntos de devanados de potencia trifásicos, configurados en triángulo, aislados en el transformador.
15. El procedimiento para eliminar corrientes en modo común acuerdo con cualquiera de las cláusulas 11 a 14,
 que comprende además: suministrar la potencia de CA a la carga del sistema convertidor de potencia a través
 de, al menos, conjuntos de devanados de potencia trifásicos, estrella-triángulo, aislados en el transformador y
 conjuntos de devanados de potencia trifásicos, triángulo-estrella, aislados en el transformador.
- 35 16. El procedimiento para eliminar corrientes en modo común de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 11 a
 15, en el que el generador comprende un generador de turbina eólica y la carga comprende una red de energía
 eléctrica.
- 40 17. El procedimiento para eliminar corrientes en modo común de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 11 a
 16, que comprende además: excitar los hilos del convertidor paralelos del sistema convertidor por el sistema de
 control del convertidor de acuerdo con un esquema de control intercalado.
18. El procedimiento para eliminar corrientes en modo común de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 11 a
 17, que comprende además: excitar los hilos del convertidor paralelos del sistema convertidor por el sistema de
 control del convertidor de acuerdo con un esquema de control no intercalado.
- 45 19. Un sistema de potencia de turbina eólica adaptado para evitar la circulación de corriente en modo común
 entre los hilos del sistema convertidor de potencia al proporcionar potencia de salida a una red de energía
 eléctrica, comprendiendo el sistema;
- 50 un generador de turbina eólica controlado por un controlador de turbina eólica configurado para generar una
 potencia de entrada de corriente alterna en un sistema convertidor de potencia;
 un sistema convertidor de potencia acoplado al generador de turbina eólica e interconectados para generar una

- potencia de salida y proporcionar la potencia de salida a la carga, en el que el sistema convertidor de potencia incluye una pluralidad los hilos del convertidor paralelos;
- 5 un sistema de control del convertidor acoplado al sistema convertidor de potencia y configurado para excitar los hilos del convertidor paralelos para reducir los componentes armónicos en la potencia de salida o en la potencia de entrada de corriente alterna; y
- una pluralidad de conjuntos de devanados de potencia aislados en un transformador de potencia en el lado de salida del convertidor, en el que cada conjunto de la pluralidad de conjuntos de devanados de potencia aislados del generador se interconecta solamente con un hilo del convertidor de paralelo correspondiente de la pluralidad de hilos del convertidor paralelos.
- 10 20. El sistema de potencia de turbina eólica de acuerdo con la cláusula 19, en la que los conjuntos de devanados de potencia aislados en el generador de turbina eólica comprenden: el devanado de potencia trifásico configurado en al menos una de una configuración en estrella, una configuración en triángulo, una configuración triángulo-estrella y una configuración estrella-triángulo.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de potencia para proporcionar una potencia de salida a una carga (21), comprendiendo el sistema:
 - 5 un generador (14) configurado para generar una potencia de entrada de corriente alterna en un sistema (20) convertidor de potencia;
 - un sistema (20) convertidor de potencia acoplado al generador (14) e interconectados para generar una potencia de salida y proporcionar potencia de salida a la carga (21), en el que el sistema (20) convertidor de potencia incluye una pluralidad de hilos (20 -1, 20-2, 20-3, 20-n) del convertidor paralelos, comprendiendo cada hilo (20-1...20-n) del convertidor paralelo un puente (30) del convertidor del generador, un enlace (35) CD y un puente (40) del convertidor de carga;
 - 10 un sistema (24) de control del convertidor acoplado al sistema (20) convertidor de potencia y configurado para accionar el sistema (20) convertidor de potencia para reducir los componentes armónicos en la potencia de salida o en la potencia de entrada de corriente alterna; y
 - 15 medios de aislamiento de la potencia de salida al sistema (20) convertidor de potencia desde el generador (14), adaptados para evitar la circulación de corriente en modo común entre los hilos (20-1, 20-2, 20-3, 20-n) del convertidor paralelos, comprendiendo dichos medios de aislamiento un transformador (25) principal que incluye una pluralidad de conjuntos de devanados (305, 310, 315, 320) de potencia trifásicos aislados para cada hilo (20-1... 20-n) del convertidor paralelo respectivo, en el que cada conjunto de la pluralidad de conjuntos de devanados (305, 310, 315, 320) de potencia trifásicos aislados del transformador (25) principal está
 - 20 interconectado con solamente uno de un hilo del convertidor paralelo correspondiente de la pluralidad de hilos (20 -1, 20-2, 20-3, 20-n) del convertidor paralelos.

2. El sistema (10) de potencia de cualquier reivindicación anterior, en el que el conjunto de devanados de potencia aislados comprende un devanado (25-1) de potencia trifásico y cada uno de la pluralidad de hilos (20-1, 20-2, 20-3, 20-n) del convertidor paralelos comprende una entrada (340, 345, 350, 355) de potencia trifásica.

- 25 3. El sistema (10) de potencia de cualquier reivindicación anterior, en el que los devanados de potencia trifásicos comprenden:
 - devanados (310, 315, 320, 325) de salida de potencia del generador conectados en estrella.

4. El sistema (10) de potencia de la reivindicación 1 o reivindicación 2, en el que los devanados de potencia trifásicos comprenden:
 - 30 devanados (405, 410, 415, 420) de salida de potencia del generador conectados en triángulo.

5. El sistema (10) de potencia de la reivindicación 1 o reivindicación 2, en el que los devanados de potencia trifásicos comprenden:
 - devanados de salida de potencia del generador conectados en estrella.

- 35 6. El sistema (10) de potencia de cualquier reivindicación anterior, en el que el generador (14) comprende un generador de la turbina (12) eólica.

7. El sistema (10) de potencia de cualquier reivindicación anterior, en el que la carga (21) comprende una red de energía eléctrica.

8. El sistema (10) de potencia de cualquier reivindicación anterior, en el que el sistema (24) de control del convertidor excita los hilos (20-1, 20-2, 20-3, 20-n) del convertidor paralelos del sistema (20) convertidor de potencia de acuerdo con un esquema de control intercalado.
- 40 9. El sistema (10) de potencia de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el sistema (24) de control del convertidor excita los hilos (20-1, 20-2, 20-3, 20-n) del convertidor paralelos del sistema (20) convertidor de potencia de acuerdo con un esquema de control no intercalado.

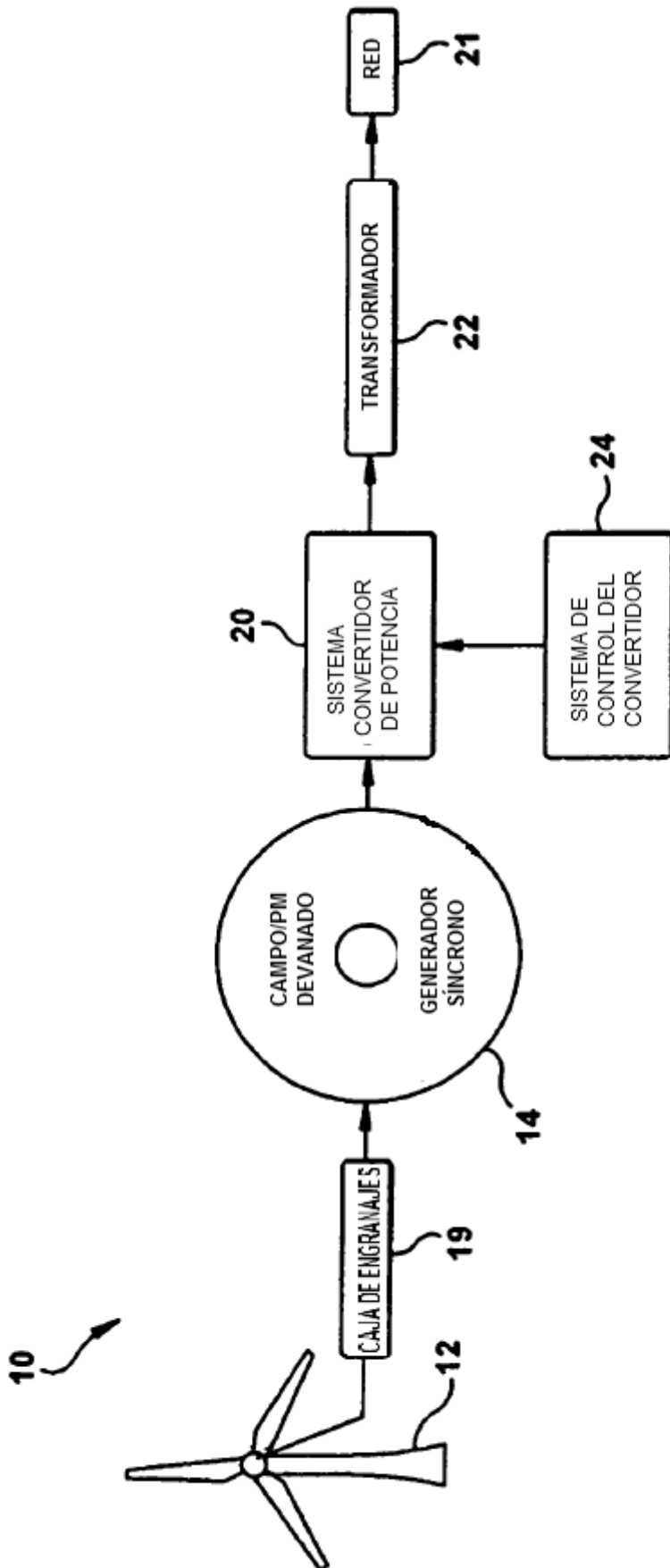


FIG. 1

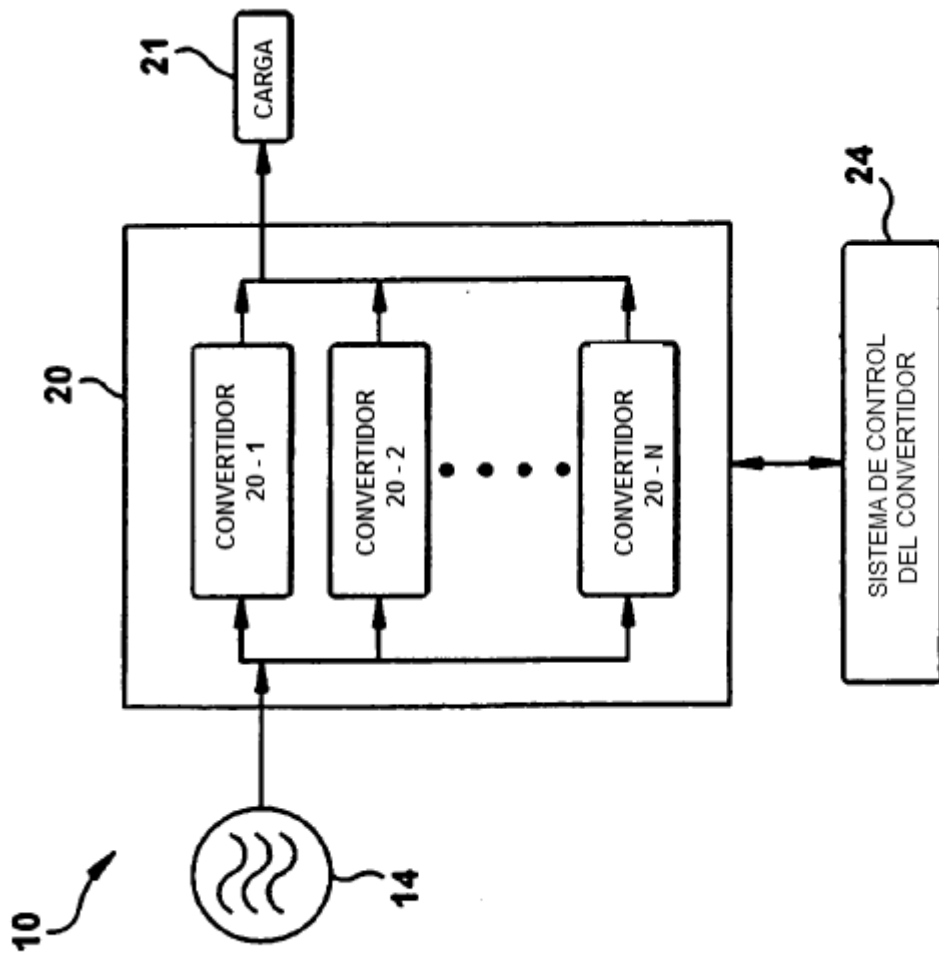


FIG. 2

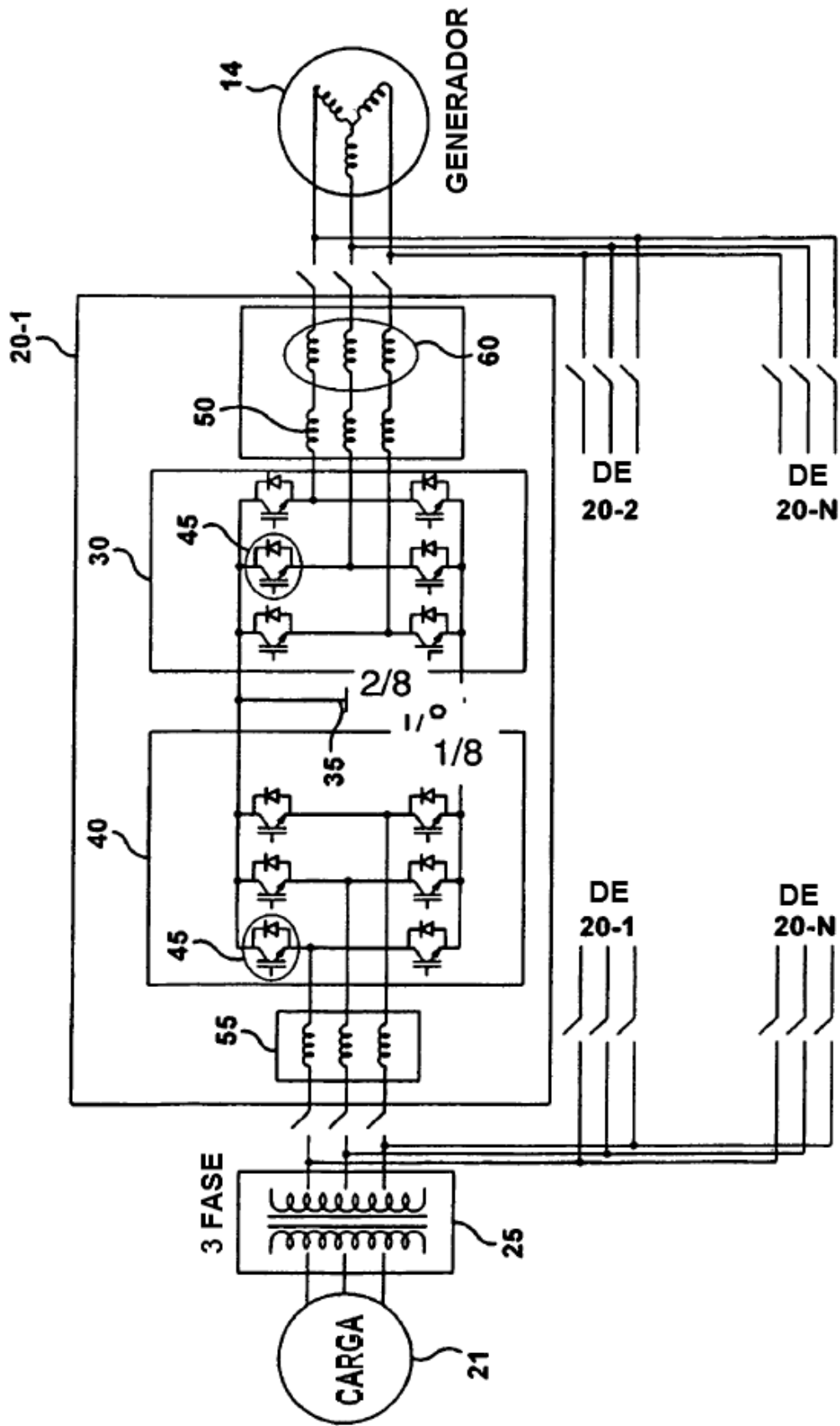


FIG. 3

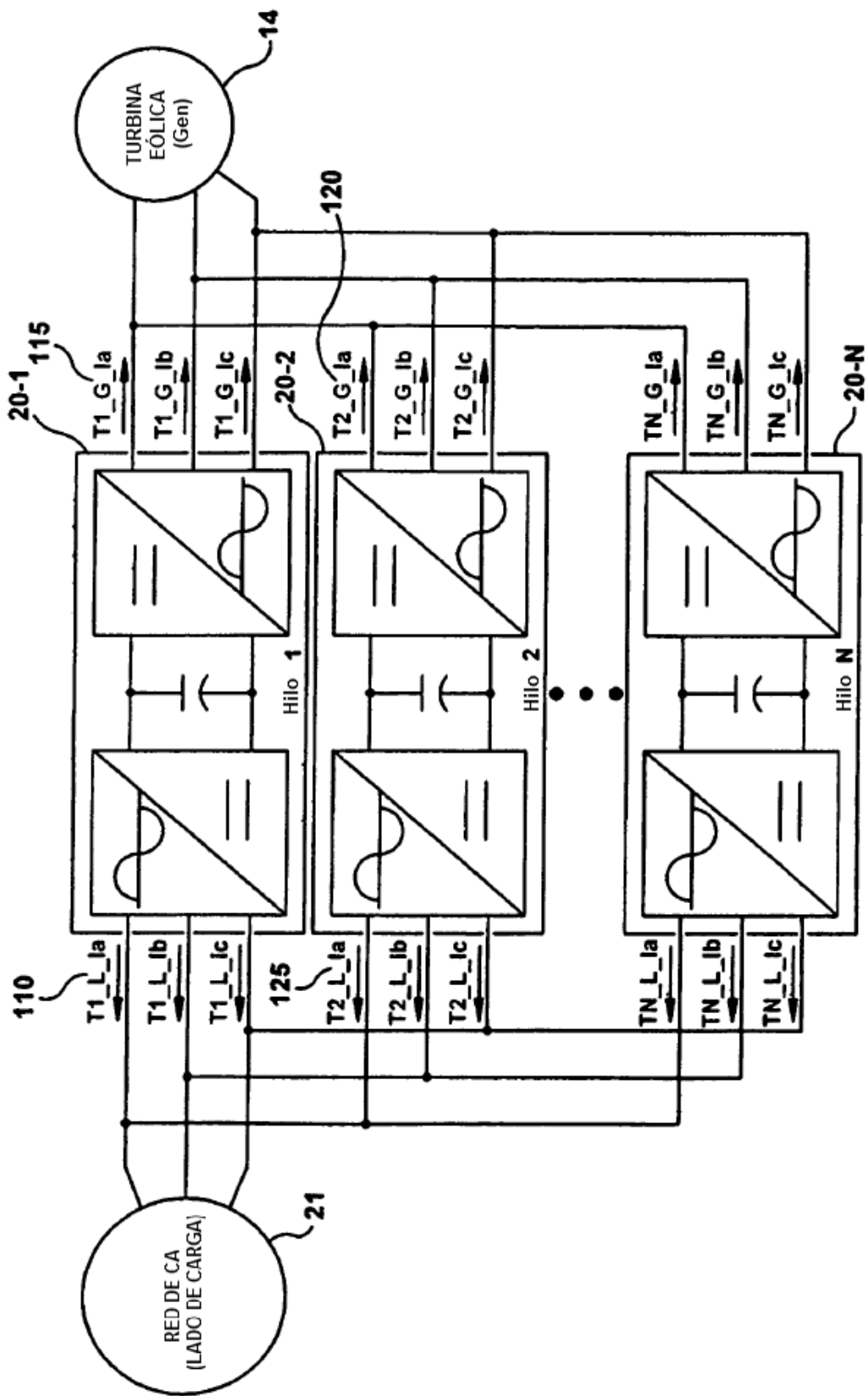


FIG. 4

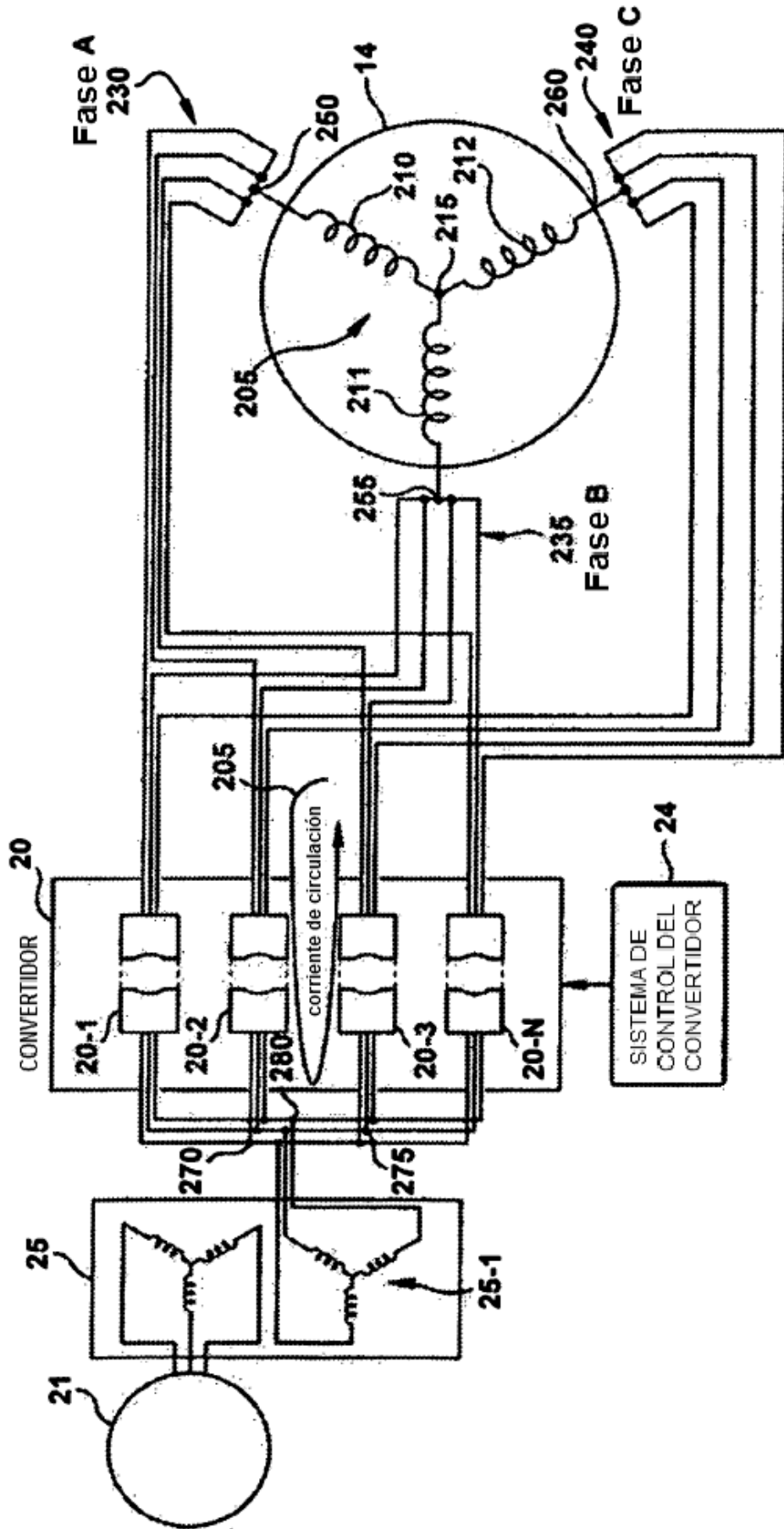


FIG. 5

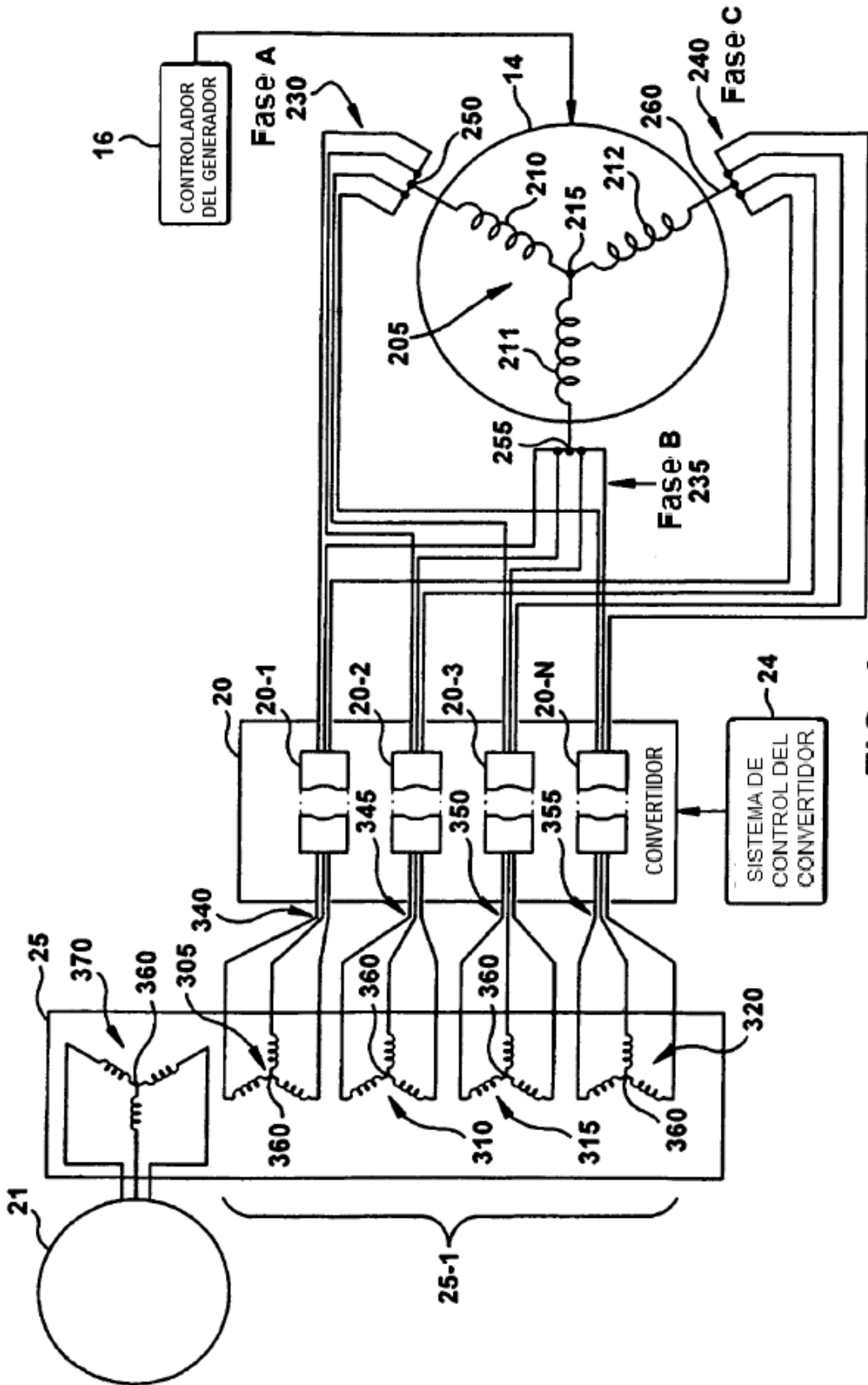


FIG. 6

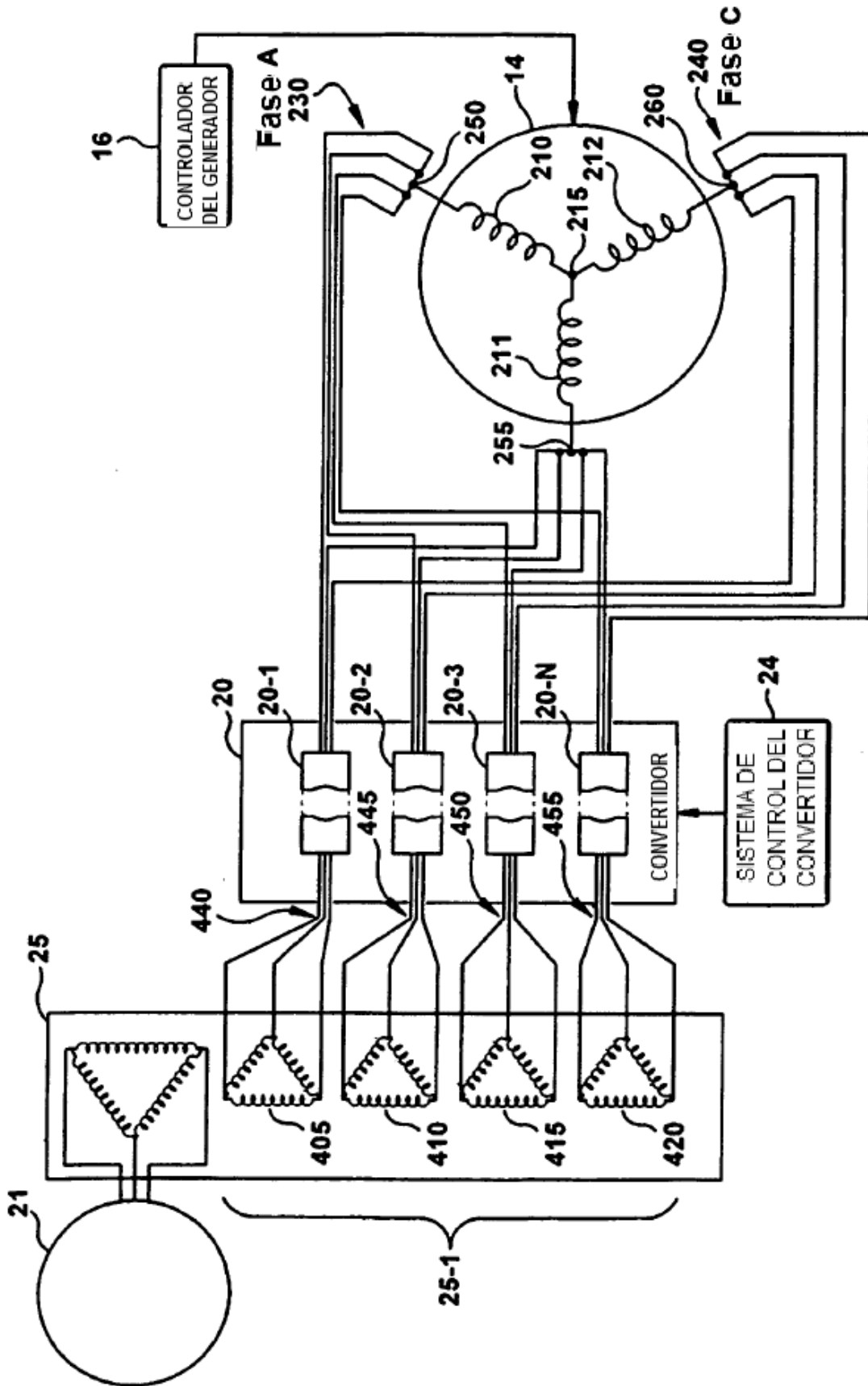


FIG. 7

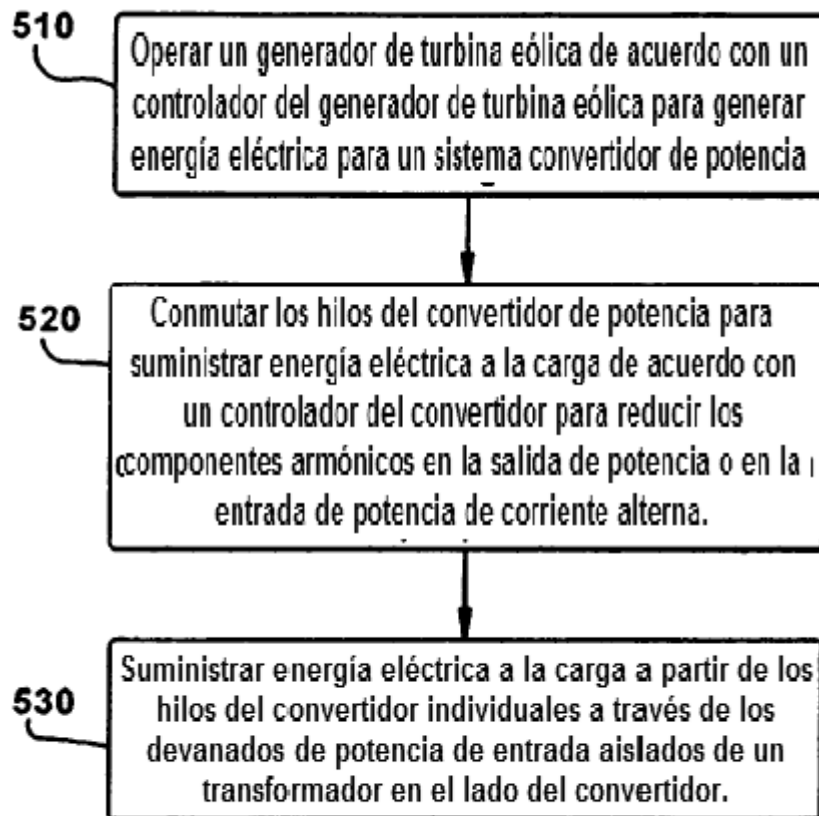


FIG. 8