

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 824 115**

51 Int. Cl.:

H02M 1/12 (2006.01)
H02J 3/32 (2006.01)
H02J 3/38 (2006.01)
H02M 5/293 (2006.01)
H02J 7/14 (2006.01)
F03D 9/25 (2006.01)
F03D 9/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2014** **E 14197919 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020** **EP 2887518**

54 Título: **Filtro optimizado para el almacenamiento de energía de batería en sistemas de energía alternativos**

30 Prioridad:

23.12.2013 US 201314138224

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.05.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WAGONER, ROBERT GREGORY y
RITTER, ALLEN MICHAEL

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 824 115 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

Filtro optimizado para el almacenamiento de energía de batería en sistemas de energía alternativos

5 **[0001]** La presente materia se refiere en general a sistemas de generación de energía, y más particularmente a un sistema y procedimiento para mejorar el funcionamiento de los sistemas de generación de energía que emplean sistemas de almacenamiento/descarga de energía, incluidos los sistemas de almacenamiento de energía de batería.

10 **[0002]** Los sistemas de generación de energía incluyen a menudo un convertidor de energía que está configurado para convertir una energía de entrada en una energía adecuada para su aplicación a una carga, tal como un generador, motor, red eléctrica u otra carga adecuada. Por ejemplo, un sistema de generación de energía, como un sistema de turbina eólica, puede incluir un convertidor de energía para convertir la energía de corriente alterna de frecuencia variable generada por el sistema de turbina eólica en energía de corriente alterna a una frecuencia de red (por ejemplo, 50 Hz o 60 Hz) para su aplicación a una red eléctrica. Un sistema de generación de energía a modo de ejemplo puede
15 generar energía de CA usando un generador de inducción de doble alimentación impulsado por viento (DFIG), como se conoce en la técnica. Se puede utilizar un convertidor de potencia asociado con el DFIG para regular el flujo de energía eléctrica entre el DFIG y la red u otra carga. Consulte el documento US 2008/0239775 o US 2011/222320, por ejemplo.

20 **[0003]** En otros sistemas de turbinas eólicas de generación de energía, por ejemplo, un denominado sistema de conversión bidireccional de potencia, también se emplean los sistemas de conversión incluyendo un convertidor de potencia para la conversión de energía de corriente alterna de frecuencia variable generada por el sistema de turbina eólica en energía de corriente alterna en una frecuencia de red. Tanto el DFIG como los sistemas de conversión de potencia bidireccional emplean una topología de conversión CA-CC-CA.

25 **[0004]** En todavía otros sistemas generadores de energía, por ejemplo, sistemas de generación de energía solar, también se emplean convertidores, por ejemplo, inversores solares de dos etapas, que tienen una topología de inversor de CC-CC-CA y se denominan aquí inversores solares.

30 **[0005]** Los sistemas de turbinas de viento DFIG son bien conocidos con convertidores que no incluyen un sistema de almacenamiento de energía. Sin embargo, ahora se están desarrollando nuevos sistemas que utilizan una batería para almacenar energía. Los ejemplos de dichos sistemas se muestran en las FIGS. 3 y 4.

35 **[0006]** Estos sistemas en general incluyen una batería y una fuente de alimentación de conmutación bidireccional CC-CC para la transferencia de energía de ida y vuelta entre el bus de CC del convertidor CA-CC-CA y un banco de baterías de gran tamaño, como se ilustra en la FIG. 5. Además de funcionar como un controlador de carga de la batería, controlando el flujo de energía hacia y desde la batería, la fuente de alimentación de conmutación CC-CC bidireccional también se utiliza para regular el voltaje de la batería a un nivel apropiado para la batería, cuyo nivel de voltaje puede no corresponder al mismo voltaje que el del bus de CC del convertidor CA-CC-CA o, en el caso de un
40 inversor solar, el convertidor CC-CC-CA. Todos estos sistemas tienen un gran convertidor de potencia con un bus de CC regulado.

45 **[0007]** Por consiguiente, es deseable un sistema y procedimiento para hacer funcionar un sistema de generación de energía que permita tanto el almacenamiento como el uso de la energía de batería como parte del sistema de energía alterna. En tal sistema, sería particularmente deseable evitar, o al menos limitar, la aplicación de voltajes de modo común y modo normal a la batería de almacenamiento de energía incorporada en dicho sistema de energía alterna.

50 **[0008]** Varios aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden ser claras a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la práctica de la invención.

[0009] La presente invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

55 **[0010]** Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que están incorporados en, y que forman parte de, esta memoria descriptiva, ilustran modos de realización de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:

60 La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un modo de realización de una turbina eólica que puede incorporar aspectos de la presente invención;

la FIG. 2 ilustra una vista esquemática de un modo de realización de un sistema de turbina eólica que incluye un sistema de almacenamiento de energía de batería (Battery Energy Storage System BESS) de acuerdo con aspectos de la presente materia conectados a un bus de CC;

65 la FIG. 3 ilustra un sistema de turbina eólica DFIG que utiliza un sistema de almacenamiento de energía por batería (BESS) de acuerdo con la presente materia conectado al bus de CC;

la FIG. 4 ilustra un sistema de turbina eólica de conversión de potencia bidireccional que utiliza el BESS de acuerdo con la presente materia conectado al bus de CC;

la FIG. 5 ilustra un modo de realización a modo de ejemplo de un sistema de turbina eólica de conversión de potencia bidireccional que utiliza un sistema de almacenamiento de energía de batería de última generación, que muestra detalles de cómo se puede conectar una batería grande al bus de CC a través de una fuente de alimentación de conmutación CC-CC bidireccional;

las FIGS. 6A y 6B ilustran vistas esquemáticas de configuraciones de filtro optimizadas a modo de ejemplo para fuentes de alimentación conmutadas CC-CC bidireccionales construidas de acuerdo con la presente materia; y

las FIGS. 7-9 ilustran construcciones de filtros no optimizadas de última generación.

[0011] Ahora se hará referencia con detalle a los modos de realización de la invención, uno o más ejemplos de los cuales se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, y no como una limitación de la invención. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de un modo de realización se pueden usar con otro modo de realización para producir un modo de realización adicional. Por tanto, se pretende que la presente invención cubra dichas modificaciones y variaciones que entren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y de sus equivalentes.

[0012] En general, la presente materia está dirigida a sistemas de generación de energía y, más particularmente, a un sistema y procedimiento para mejorar el funcionamiento de los sistemas de generación de energía que los sistemas de almacenamiento/descarga de energía emplean, incluidos los sistemas de almacenamiento de energía de batería. Tales sistemas pueden implicar sistemas de generación de energía que tienen una topografía de conversión CA-CC-CA como, por ejemplo, sistemas de turbinas eólicas, así como sistemas de generación de energía que tienen una topografía de conversión CC-CC-CA como, por ejemplo, sistemas de inversores solares. Debe apreciarse que la presente materia también es aplicable para su uso con otros sistemas que implican topografía de conversión tanto CA-CC-CA como CC-CC-CA. Por ejemplo, la presente materia se puede utilizar en sistemas que incluyen vehículos que emplean sistemas de descarga y almacenamiento de energía de batería que emplean topologías CA-CC-CA para cargar baterías y luego suministrar energía a motores accionados por CA. De manera similar, los sistemas de conversión termoeléctrica que emplean una topografía de conversión CC-CC-CA pueden beneficiarse de la presente materia.

[0013] Con referencia ahora a los dibujos, la FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un modo de realización de una turbina eólica 10 a modo de ejemplo. Como se muestra, la turbina eólica 10 incluye en general una torre 12 que se extiende desde una superficie de soporte 14, una góndola 16 montada en la torre 12 y un rotor 18 acoplado a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje giratorio 20 y al menos una pala de rotor 22 acoplada y que se extiende hacia fuera desde el buje 20. Por ejemplo, en el modo de realización ilustrado, el rotor 18 incluye tres palas 22 de rotor. Sin embargo, en un modo de realización alternativo, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas 22 de rotor. Cada pala de rotor 22 puede estar espaciada alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 y permitir que la energía cinética se transfiera del viento a energía mecánica utilizable y, posteriormente, energía eléctrica. Por ejemplo, como se describirá a continuación, el rotor 18 se puede acoplar de forma giratoria a un generador eléctrico 120 (FIG. 2) para permitir que se produzca energía eléctrica.

[0014] En referencia ahora a la FIG. 2, se ilustra un diagrama esquemático de un modo de realización de un sistema de turbina eólica 100 de acuerdo con aspectos de la presente materia. Como se muestra, el rotor 18 de la turbina eólica 10 puede, opcionalmente, estar acoplado a una caja de engranajes 118 que, a su vez, está acoplada a un generador 120. En un modo de realización, el generador 120 es un generador de inducción de doble alimentación (DFIG). De forma alternativa, el generador 120 puede ser cualquier otro generador adecuado conocido en la técnica.

[0015] El generador 120 está acoplado a un bus de estator 154 y un convertidor de potencia 162 a través de un bus rotor 156. El bus 154 del estator proporciona una potencia multifásica de salida (por ejemplo, potencia trifásica) desde un estator del generador 120 y el bus 156 del rotor puede proporcionar una potencia multifásica de salida (por ejemplo, potencia trifásica) desde un rotor del generador 120. Como se muestra en la FIG. 2, el convertidor 162 de potencia incluye un convertidor 166 del lado del rotor y un convertidor 168 del lado de la línea. El generador 120 está acoplado a través del bus 156 del rotor al convertidor 166 del lado del rotor. Además, el convertidor 166 del lado del rotor está acoplado al convertidor 168 del lado de la línea, que a su vez está acoplado a un bus 188 del lado de la línea.

[0016] En ciertos modos de realización, el convertidor del lado de rotor 166 y el convertidor del lado de línea 168 están configurados para el modo de funcionamiento normal en una de tres fases, disposición de modulación por anchura de pulso (PWM) que utiliza elementos de conmutación adecuados, tales como uno o más IGBTs. El convertidor 166 del lado del rotor y el convertidor 168 del lado de la línea pueden acoplarse mediante un enlace 136 de CC a través del cual hay un condensador 138 de enlace de CC.

[0017] Además, el convertidor de potencia 162 puede estar acoplado a un controlador 174 para controlar el funcionamiento del convertidor del lado de rotor 166 y el convertidor de lado de la línea 168. En general, el controlador 174 puede corresponder a cualquier dispositivo informático adecuado y/o cualquier combinación de dispositivos informáticos. Por ejemplo, el controlador 174 puede incluir uno o más procesadores y dispositivos de memoria asociados configurados para realizar una variedad de funciones implementadas por ordenador. Como se usa en el presente documento, el término "procesador" se refiere no solo a los circuitos integrados referidos en la técnica como incluidos en un ordenador, sino que también se refiere a un controlador, un microcontrolador, un microordenador, un controlador lógico programable (PLC), un circuito integrado específico de aplicación y otros circuitos programables. Además, el (los) dispositivo(s) de memoria en general pueden comprender elementos de memoria que incluyen, entre otros, un medio legible por ordenador (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM)), un medio no volátil legible por ordenador (por ejemplo, una memoria flash), un disquete, un disco compacto de memoria de solo lectura (CD-ROM), un disco magnetoóptico (MOD), un disco versátil digital (DVD) y/u otros elementos de memoria adecuados. Dichos dispositivos de memoria pueden configurarse en general para almacenar instrucciones adecuadas legibles por ordenador que, cuando son implementadas por el procesador o los procesadores, configuran el controlador 174 para realizar diversas funciones.

[0018] En configuraciones típicas, varios contactores de línea y disyuntores incluyendo, por ejemplo, un disyuntor de red 182 puede ser incluido para el aislamiento de los diversos componentes según sea necesario para el funcionamiento normal del generador 120 durante la conexión a y la desconexión de la red eléctrica 184. Por ejemplo, un disyuntor del sistema 178 puede acoplar el bus del sistema 160 a un transformador 180, que puede estar acoplado a la red eléctrica 184 a través del disyuntor de red 182. En modos de realización alternativos, los fusibles pueden reemplazar algunos o todos los disyuntores.

[0019] En funcionamiento, la potencia de corriente alterna generada en el generador 120 mediante la rotación del rotor 18 se proporciona a través de una trayectoria dual a la red eléctrica 184. Los caminos duales están definidos por el bus del estator 154 y el bus del rotor 156. En el lado del bus del rotor 156, se proporciona energía de corriente alterna (CA) sinusoidal multifásica (por ejemplo, trifásica) al convertidor de energía 162. El convertidor de potencia del lado del rotor 166 convierte la potencia CA proporcionada desde el bus del rotor 156 en potencia de corriente continua (CC) y proporciona la potencia CC al enlace de CC 136. Como se entiende en general, los elementos de conmutación (por ejemplo, IGBT) usados en los circuitos de puente del convertidor de potencia del lado del rotor 166 pueden modularse para convertir la potencia CA proporcionada desde el bus del rotor 156 en potencia CC adecuada para el enlace de CC 136.

[0020] Además, el convertidor de lado de la línea 168 convierte la potencia de CC en el enlace de CC 136 en potencia de salida de CA adecuada para la red eléctrica 184. En particular, los elementos de conmutación (por ejemplo, IGBT) utilizados en los circuitos de puente del convertidor de potencia del lado de la línea 168 pueden modularse para convertir la potencia de CC en el enlace de CC 136 en potencia de CA en el bus del lado de la línea 188. La energía de CA del convertidor de energía 162 se combina con la energía del estator del generador 120 para proporcionar energía multifásica (por ejemplo, energía trifásica) que tiene una frecuencia mantenida sustancialmente a la frecuencia de la red eléctrica 184 (por ejemplo, 50 Hz o 60 Hz). Debe apreciarse que el flujo de energía a través del convertidor 162 puede ser bidireccional y, por lo tanto, puede dirigirse desde el lado del rotor hacia el lado de la línea o desde el lado de la línea hacia el lado del rotor (por ejemplo, cuando se funciona a velocidades subsíncronas).

[0021] Además, varios interruptores y disyuntores, tales como el disyuntor de red 182, el disyuntor de sistema 178, el interruptor de estator de sincronización 158, el disyuntor del convertidor 186, y el contactor de línea 172 se puede incluir en el sistema 100 para conectar o desconectar buses correspondientes, por ejemplo, cuando el flujo de corriente es excesivo y puede dañar componentes del sistema de turbina eólica 100 o para otras consideraciones operativas. También pueden incluirse componentes de protección adicionales en el sistema de turbina eólica 100.

[0022] Además, el convertidor de energía 162 puede recibir señales de control desde, por ejemplo, el controlador 174. Las señales de control pueden basarse, entre otras cosas, en condiciones detectadas o características operativas del sistema de turbina eólica 100. Típicamente, las señales de control proporcionan el control del funcionamiento del convertidor de potencia 162. Por ejemplo, la retroalimentación en forma de velocidad detectada del generador 120 puede usarse para controlar la conversión de la potencia de salida del bus del rotor 156 para mantener una fuente de alimentación multifásica (por ejemplo, trifásica) adecuada y equilibrada. En particular, la velocidad detectada se puede utilizar como base para ajustar la frecuencia fundamental de los voltajes de puente sintetizados PWM para el convertidor del lado del rotor 166. Además, la retroalimentación de otros sensores también puede ser utilizada por el controlador 174 para controlar el convertidor de potencia 162, incluyendo, por ejemplo, voltajes de bus de rotor y estator, voltajes asociados con los elementos de conmutación y retroalimentación de corriente. Usando las diversas formas de información de retroalimentación, se pueden generar señales de control de conmutación (por ejemplo, comandos de control de puerta para los elementos de conmutación), señales de control de sincronización del estator y señales de disyuntor.

[0023] Como se muestra en la FIG. 2, el sistema 100 también puede incluir un interruptor selector 140 y uno o más módulos de conmutación 142 acoplados entre el interruptor selector 140 y el enlace de CC 136. El interruptor selector 140 puede estar configurado para acoplar selectivamente el (los) módulo(s) de conmutación 142 a un dispositivo de

almacenamiento 144 o un elemento resistivo 146 del sistema 100. En tales modos de realización, acoplando el (los) módulo (s) de conmutación 142 al dispositivo de almacenamiento 144, el sistema 100 puede configurarse para funcionar dentro de un modo de almacenamiento/descarga de energía para permitir que la energía se transmita entre el enlace de CC 136 y el dispositivo de almacenamiento 144 para su almacenamiento y/o descarga. De manera similar, acoplando el (los) módulo(s) de conmutación 142 al elemento resistivo 146, el sistema 100 puede configurarse para funcionar dentro de un modo de freno dinámico para permitir que la energía se disipe del enlace de CC 136.

[0024] Por ejemplo, cuando se funciona en el modo de almacenamiento/descarga de energía, el (los) módulo(s) de conmutación 142 puede estar configurado para funcionar como un convertidor bidireccional de CC a CC (por ejemplo, un chopper de CC). Por lo tanto, para almacenar energía dentro del dispositivo de almacenamiento 144, un(os) elemento(s) de conmutación del (los) módulo(s) de conmutación 142 puede(n) configurarse para ser modulado(s) de una manera que extraiga energía del enlace de CC 136 y convierta el voltaje a un nivel apropiado para cargar el dispositivo de almacenamiento 144. De manera similar, para descargar energía del dispositivo de almacenamiento 144, el (los) elemento (s) de conmutación del (los) módulo(s) 142 puede(n) configurarse para ser modulados de una manera que extrae energía del dispositivo de almacenamiento 144 y convierte el voltaje a un nivel apropiado para el enlace de CC 136.

[0025] Además, cuando se funciona en el modo de frenado dinámico, el (los) módulo(s) de conmutación 142 puede(n) estar configurado(s) para funcionar como un chopper de frenado. Por lo tanto, el (los) elemento(s) de conmutación del (de los) módulo(s) 142 se puede(n) modular de una manera que regule el voltaje del enlace de CC conectando selectivamente el enlace de CC 136 al elemento resistivo 146, proporcionando así un freno dinámico para disipar la energía del enlace de CC 136.

[0026] Se debe apreciar que el dispositivo de almacenamiento 142 puede en general comprender cualquier número de elementos de almacenamiento configurado para almacenar y/o descargar potencia eléctrica. Por ejemplo, como se muestra esquemáticamente en la FIG. 2, el dispositivo de almacenamiento 144 puede incluir una pluralidad de baterías 143 que forman un gran banco de baterías, en el que la pluralidad de baterías están conectadas en paralelo. De forma alternativa, el dispositivo de almacenamiento 144 puede incluir una sola batería o cualquier otro elemento de almacenamiento adecuado. De manera similar, debe apreciarse que el elemento resistivo 146 en general puede comprender cualquier componente adecuado que permita que la energía eléctrica se disipe en forma de calor. Por ejemplo, en un modo de realización, el elemento resistivo 146 puede ser una resistencia de freno dinámico.

[0027] Las FIGS. 3 a 5 ilustran configuraciones alternativas de generación de energía que utilizan un dispositivo de almacenamiento de energía y pueden estar equipadas con la configuración de filtro optimizada de acuerdo con aspectos de la presente materia. Por ejemplo, la FIG. 3 ilustra un sistema de turbina eólica DFIG que utiliza un sistema de almacenamiento de energía por batería (BESS) conectado al bus de CC. El sistema de la FIG. 3 puede configurarse con el módulo de conmutación y el interruptor selector del modo de realización de la FIG. 2, u otra configuración adecuada.

[0028] La FIG. 4 ilustra un sistema de turbina eólica de conversión de potencia bidireccional que utiliza el BESS conectado al bus de CC, en el que el BESS puede estar equipado con la configuración de filtro optimizada de acuerdo con aspectos de la presente materia.

[0029] La FIG. 5 ilustra un modo de realización a modo de ejemplo de un sistema de turbina eólica de conversión de potencia bidireccional que utiliza un sistema de almacenamiento de energía de batería de última generación, que muestra detalles de cómo se puede conectar una batería grande al bus de CC a través de una fuente de alimentación de conmutación CC-CC bidireccional, que puede configurarse con la configuración de filtro optimizada de acuerdo con aspectos de la presente materia.

[0030] Con referencia de nuevo a la FIG. 2, el controlador 174 puede estar acoplado comunicativamente tanto al módulo o módulos de conmutación 142 como al interruptor selector 140 para controlar automáticamente el funcionamiento de cada componente. En tales modos de realización, el controlador 174 puede configurarse para transmitir señales de control adecuadas (por ejemplo, comandos de conmutación) con el fin de controlar el funcionamiento del (los) módulo(s) de conmutación 142 basándose en el modo operativo actual del sistema 100. Por ejemplo, cuando se funciona en el modo de almacenamiento/descarga de energía, el controlador 174 puede configurarse para transmitir señales de control adecuadas al módulo o módulos de conmutación 142 para controlar el flujo de energía entre el enlace de CC 136 y el dispositivo de almacenamiento 144, tal como como controlando el (los) módulo (s) de conmutación 142 de una manera que extrae energía del enlace de CC 136 cuando sea necesario para evitar condiciones de sobrevoltaje y controlando el (los) módulo(s) de conmutación 142 de una manera que extrae energía del dispositivo de almacenamiento 144 cuando se desea volver a suministrar energía al enlace de CC 136. De manera similar, cuando funciona en el modo de freno dinámico, el controlador 174 puede configurarse para transmitir señales de control adecuadas al módulo o módulos de conmutación 142 con el fin de regular el voltaje del enlace de CC controlando la conexión entre el enlace de CC 136 y el elemento resistivo 146.

[0031] Además, el controlador 174 puede estar configurado para transmitir señales de control adecuadas (por ejemplo, comandos de conmutación) con el fin de ajustar la posición del interruptor selector 140, activando de este modo el

modo de funcionamiento del sistema 100 entre el modo de almacenamiento/descarga de energía y el modo de freno dinámico. Como se indicó anteriormente, el sistema divulgado 100 puede configurarse para transmitir energía al dispositivo de almacenamiento 144 como el medio principal para regular el voltaje del enlace de CC, con el freno dinámico cumpliendo una función de respaldo. En tales modos de realización, el interruptor selector 140 puede configurarse para colocarse de modo que el (los) módulo (s) de conmutación 142 estén normalmente acoplados al dispositivo 144 de almacenamiento. Sin embargo, si se determina que el dispositivo de almacenamiento 144 ha fallado y/o existe cualquier otro problema con la transmisión de energía al dispositivo de almacenamiento 144, el controlador 174 transmite una señal de control al interruptor selector 140 para cambiar el funcionamiento del sistema 100 al modo de freno dinámico, lo cual permite que la energía se disipe, cuando sea necesario, desde el enlace de CC 136 a través del elemento resistivo 146.

[0032] De forma alternativa a controlar automáticamente el interruptor de selección 140, el interruptor 140 puede estar configurado para ser accionado manualmente. En tal modo de realización, si se determina que el dispositivo de almacenamiento 144 ha fallado y/o existe cualquier otro problema con la transmisión de energía al dispositivo de almacenamiento 144, se puede permitir que una persona de mantenimiento u otro personal ajuste manualmente el interruptor selector 140 para para cambiar el funcionamiento del sistema al modo de freno dinámico.

[0033] De acuerdo con aspectos de la presente invención, el sistema 100 puede incluir un convertidor de potencia que tiene un enlace de CC 136 y al menos un módulo de conmutación 142 acoplado al enlace de CC, como se describe anteriormente. En modos de realización a modo de ejemplo, cada módulo (s) de conmutación 142 puede corresponder a un módulo de conmutación CC-CC bidireccional que permite la carga controlada de una o más baterías 143, así como la descarga controlada de una o más baterías en el enlace de CC 136. Dichos módulos de conmutación CC-CC 142 también pueden tener conectados al mismo y al banco de baterías 143, una configuración de filtro diseñada para limitar los voltajes de modo normal y común que se aplican al banco de baterías 143 que pueden tender a ser perjudiciales para dicho banco de baterías. Se conocen varios filtros de este tipo en la técnica como, por ejemplo, se ilustra en las FIGS. 7-9 que son en general efectivos para abordar la protección deseada del banco de baterías. Desafortunadamente, dichos filtros conocidos incluyen inconvenientes que tienden a limitar su efectividad.

[0034] Por ejemplo, la configuración en la FIG. 7 tiene el inconveniente de que el inductor adicional en el tramo de CC del filtro de modo normal permite que se aplique más voltaje de modo común al filtro de modo común, lo cual da como resultado un requisito para un filtro de modo común grande. Las configuraciones ilustradas en las FIGS. 8 y 9 también tienen un inconveniente similar de dar como resultado un requisito de un filtro de modo común grande.

[0035] De acuerdo con la presente materia, se ha proporcionado una configuración de filtro optimizado como se ilustra en las FIGS. 6A y 6B. De la FIG. 6A debe apreciarse que el filtro de modo normal corresponde a una configuración de condensador/inductor conectado en serie en el que el inductor está acoplado en un extremo al convertidor y un extremo del condensador está acoplado directamente al lado positivo del bus de CC. En una configuración alternativa, como se ilustra en la FIG. 6B, un extremo del condensador está acoplado directamente al lado negativo del bus de CC mientras que el inductor todavía está acoplado en un extremo al convertidor. Además, debe observarse que en ambos modos de realización ilustrados en las FIGS. 6A y 6B, el filtro de modo común tiene sus terminales de entrada acoplados a través del condensador. En modos de realización particulares, es significativo que el filtro de modo normal esté más cerca del convertidor, estando el filtro de modo común en el lado de la batería. Debe apreciarse que las configuraciones de filtro de modo común ilustradas actualmente son solo a modo de ejemplo y, en la práctica, pueden proporcionarse en otras disposiciones que incluyen la incorporación de cualquiera o todos los condensadores y resistencias ilustrados actualmente, así como en configuraciones y modos de realización que incluyen otras formas de filtros de modo.

[0036] Los expertos en la técnica apreciarán que son posibles otras configuraciones de la presente materia. Por ejemplo, el filtro de modo común puede colocarse más cerca del convertidor, mientras que el filtro de modo normal se coloca en el lado de la batería. Sin embargo, tal configuración requeriría un inductor de modo común más grande.

[0037] De acuerdo con la presente materia, ciertos aspectos son importantes para realizar las características de filtro mejoradas deseadas. Un primer aspecto de este tipo requiere conectar el enlace de CC directamente al filtro de modo común, es decir, directamente al terminal positivo o negativo del enlace de CC como se ilustra en las FIGS. 6A y 6B, respectivamente, ya que este punto de referencia tiene un voltaje de modo común más bajo con respecto al chasis que el otro nodo. Otro aspecto importante es que el inductor de modo normal debe colocarse solo en la salida del tramo IGBT PWM del convertidor. Esta ubicación minimiza el voltaje de modo común aplicado al filtro de modo común.

[0038] Esta disposición de filtro en particular tiene ventajas de aislar la corriente en modo normal desde el filtro de modo común, lo cual reduce el tamaño y el coste del inductor de modo común. También tiene las ventajas de aplicar la señal del enlace de CC al filtro de modo común, que tiene el nivel más bajo de voltaje de modo común, nuevamente, lo cual reduce el tamaño y el costo del inductor de modo común.

[0039] Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferente, y también para permitir que cualquier experto en la técnica ponga en práctica la invención, incluyendo hacer y usar los dispositivos o sistemas y el modo de realización de cualquiera de los procedimientos Incorporados. El alcance

patentable de la invención está definido por las reivindicaciones y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica. Tales otros ejemplos pretenden estar dentro del alcance de las reivindicaciones si incluyen elementos estructurales similares que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones o si incluyen elementos equivalentes estructurales con diferencias insustanciales de los lenguajes literales de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica que comprende un generador eólico y un sistema para hacer funcionar la turbina eólica dentro de un modo de almacenamiento/descarga de energía, con el sistema que comprende:
un convertidor de potencia (162) que incluye un enlace de CC (136) acoplado entre un primer convertidor (166) y un segundo convertidor (168);
un módulo de conmutación (142) acoplado a dicho enlace de CC (136);
un dispositivo de almacenamiento de energía (144);
un elemento resistivo; y
un interruptor selector (140) configurado para acoplar selectivamente el módulo de conmutación al dispositivo de almacenamiento de energía o al elemento resistivo (146); y
un filtro acoplado entre dicho módulo de conmutación (142) y dicho dispositivo de almacenamiento de energía (144),
en el que dicho filtro comprende un filtro de modo normal que tiene un inductor y un condensador acoplados en serie (138) correspondientes a una rama del inductor y una rama del condensador, y
en el que dicha rama del inductor está acoplada a una rama de salida de dicho módulo de conmutación (142) y dicha rama del condensador está acoplada directamente a dicho enlace de CC (136), y
en el que dicho dispositivo de almacenamiento de energía (144) comprende una pluralidad de baterías (143).
2. El sistema según la reivindicación 1, en el que dicho módulo de conmutación está configurado como un convertidor de CC a CC bidireccional para controlar el flujo de energía hacia y desde dicho dispositivo de almacenamiento de energía (144).
3. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que dicha pluralidad de baterías (143) están acopladas en paralelo.
4. El sistema de cualquier reivindicación anterior, que comprende además un segundo filtro asociado con dicho dispositivo de almacenamiento de energía (144).
5. El sistema según la reivindicación 4, en el que dicho segundo filtro comprende un filtro de modo común.
6. El sistema según la reivindicación 5, en el que dicho filtro de modo común comprende un dispositivo inductivo acoplado en paralelo con dicha rama de condensador de dicho filtro de modo normal.
7. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que dicho convertidor de potencia (162) comprende un modulador de ancho de pulso (PWM) IGBT y dicha rama inductora está acoplada a dicho PWM IGBT.
8. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que dicho módulo de conmutación (142) comprende al menos un par de IGBT acoplados en serie a través de dicho enlace de CC y dicho tramo inductivo está acoplado a un punto común entre dicho par de IGBT.
9. Un procedimiento para hacer funcionar una turbina eólica según la reivindicación 1, con el procedimiento que comprende:
alternar un modo de funcionamiento entre un modo de almacenamiento/descarga de energía y un modo de freno dinámico,
en el que en el modo de almacenamiento/descarga de energía, el procedimiento comprende controlar el funcionamiento del módulo de conmutación (142) de manera que la energía se dirija entre el enlace de CC (126, 136) y el dispositivo de almacenamiento de energía (144); y
transmitir la potencia a través del filtro acoplado entre el enlace de CC (126, 136) y el dispositivo de almacenamiento de energía (144), y en el que
en el modo de freno dinámico, el procedimiento comprende controlar el funcionamiento del módulo de conmutación (142) de manera que la energía se dirija desde el enlace de CC (126, 136) al elemento resistivo (146).

10. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que el filtro es un primer filtro, el procedimiento comprende además transmitir la potencia a través de un segundo filtro acoplado entre el enlace de CC (126, 136) y el dispositivo de almacenamiento de energía (144), estando configurado el segundo filtro como un filtro de modo común.

5

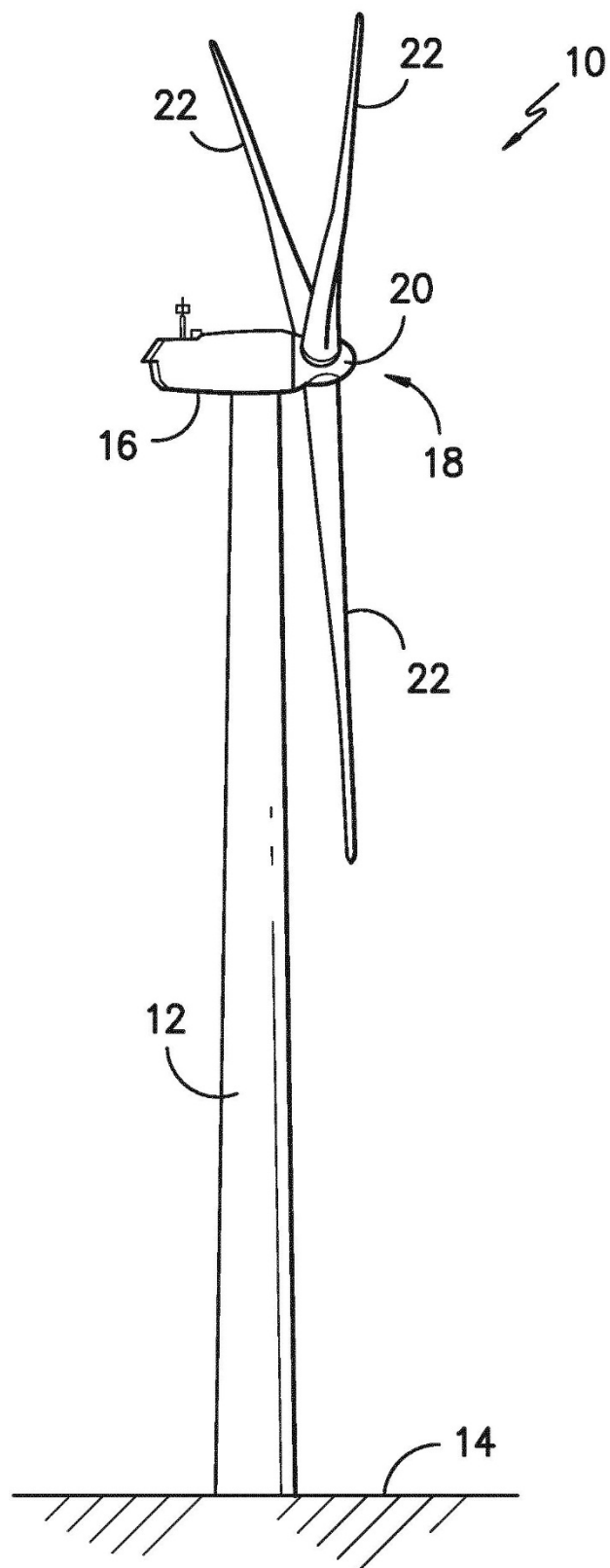
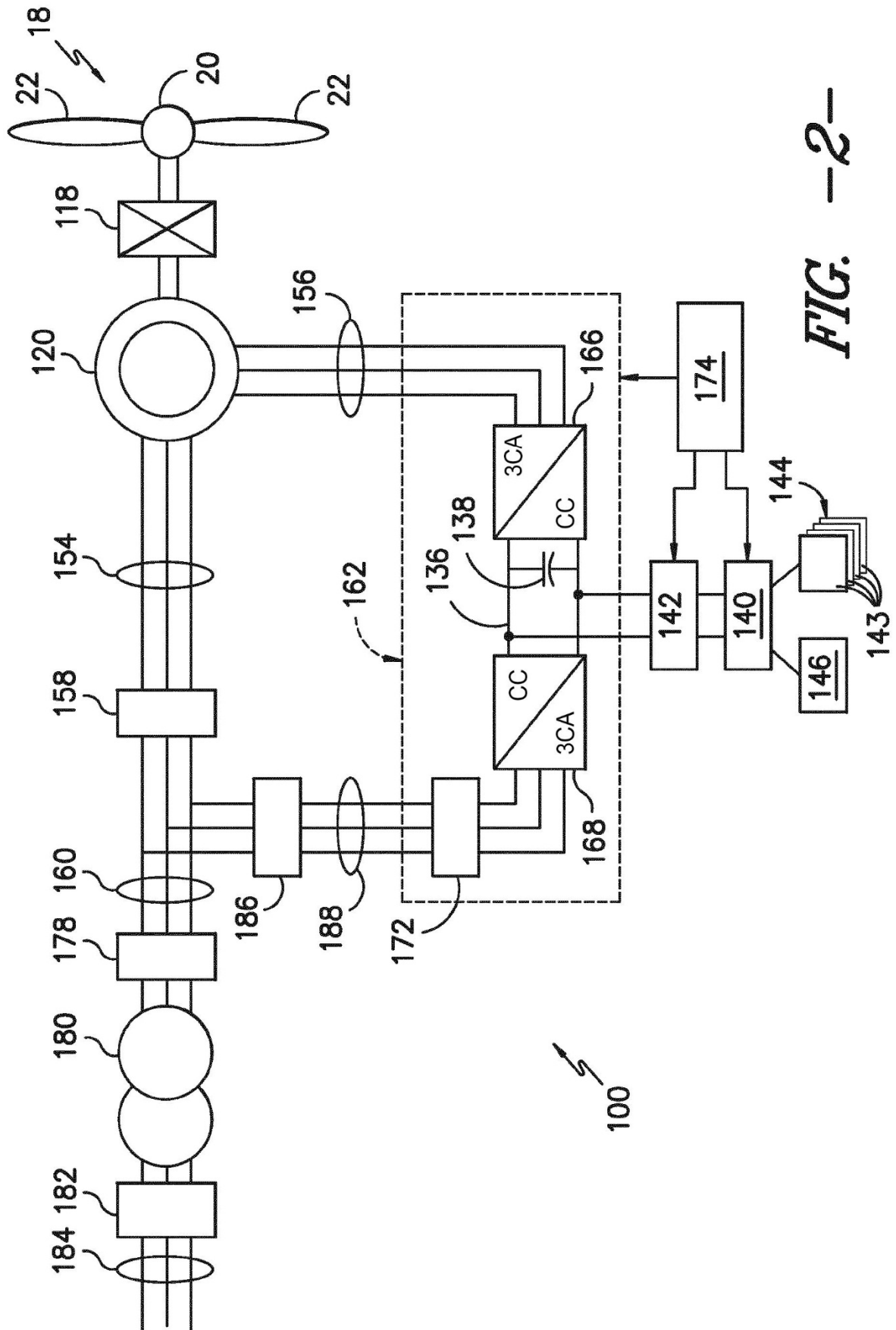


FIG. -1-



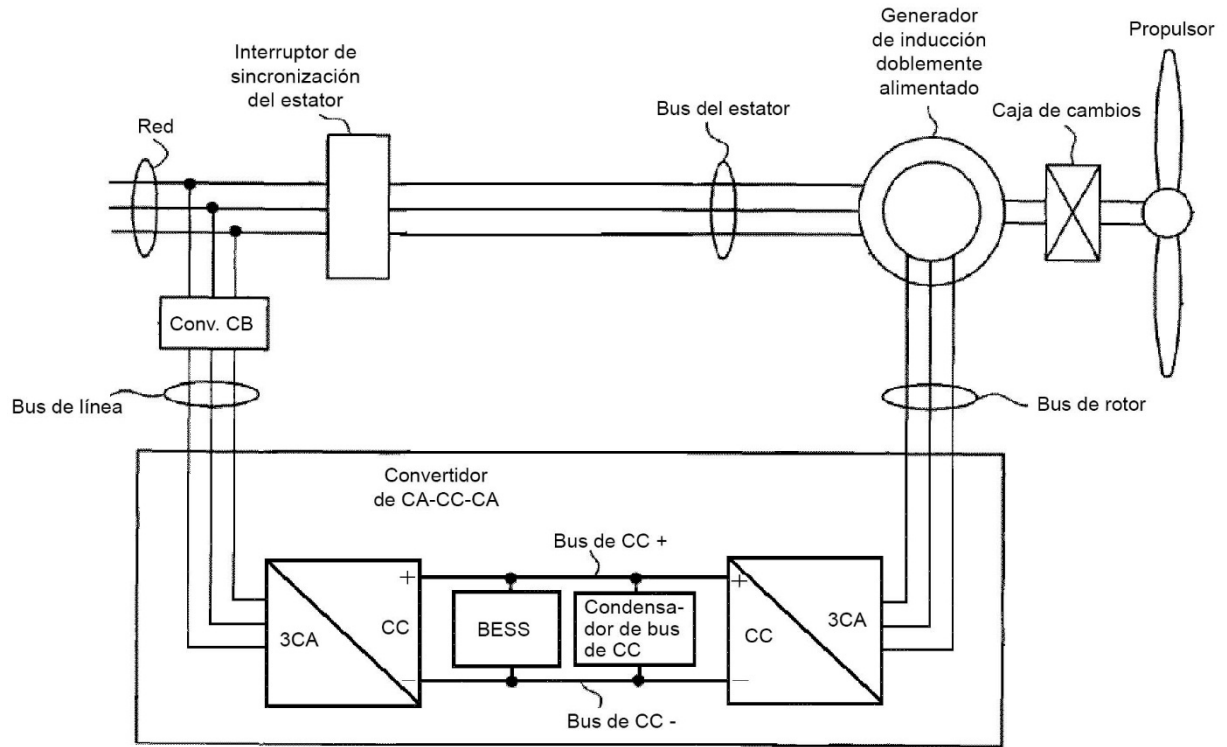


FIG. -3-

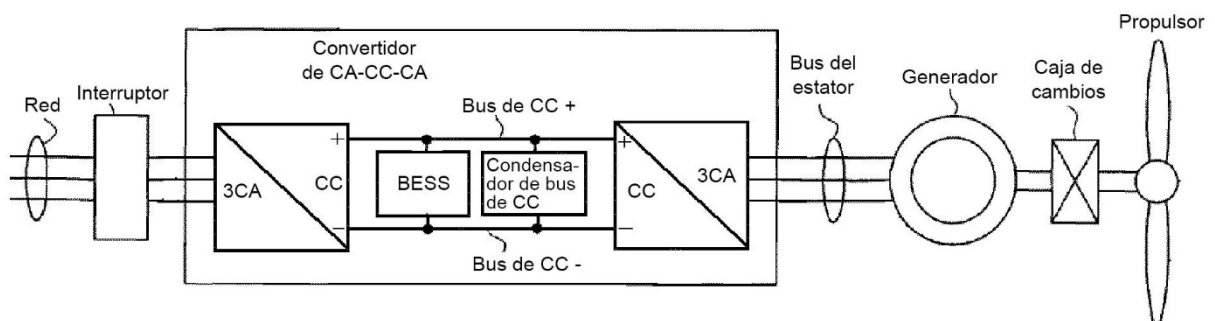


FIG. -4-

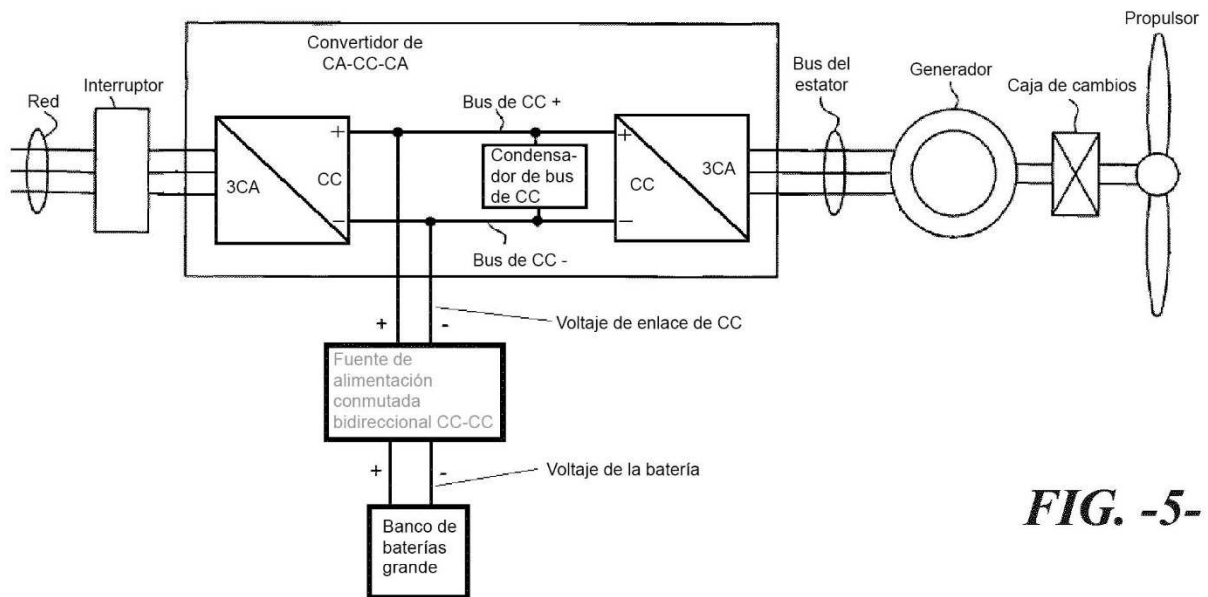


FIG. -5-

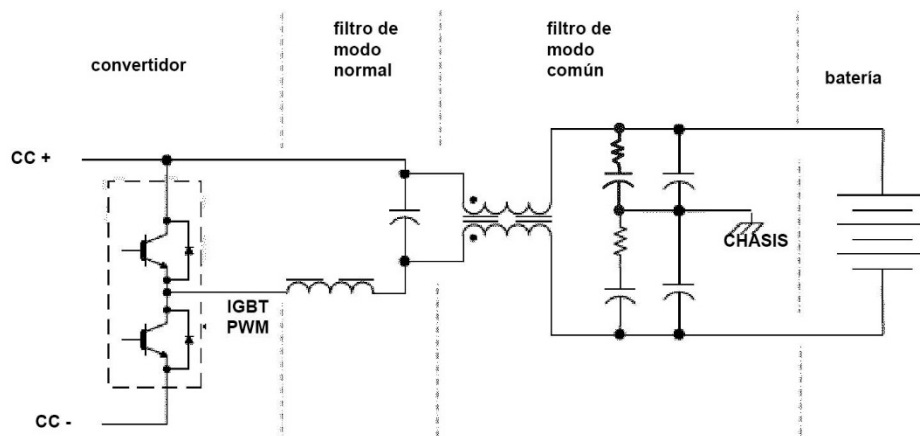


FIG. -6A-

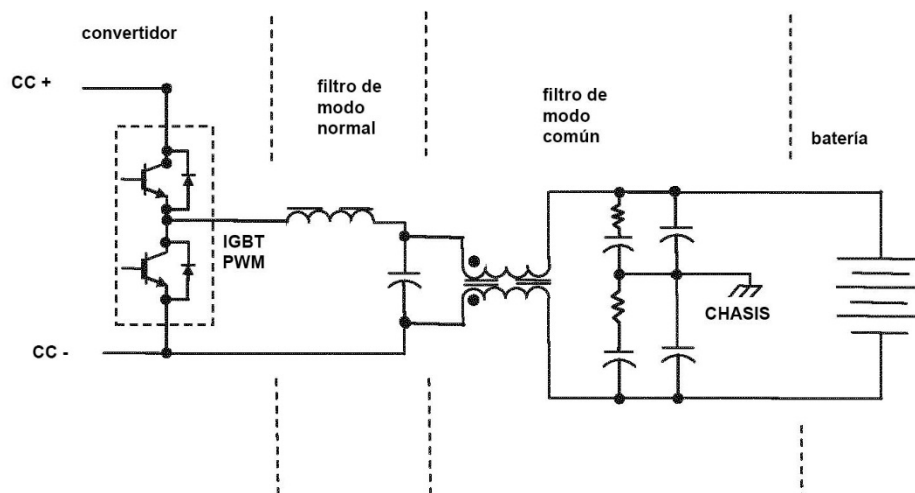


FIG. -6B-

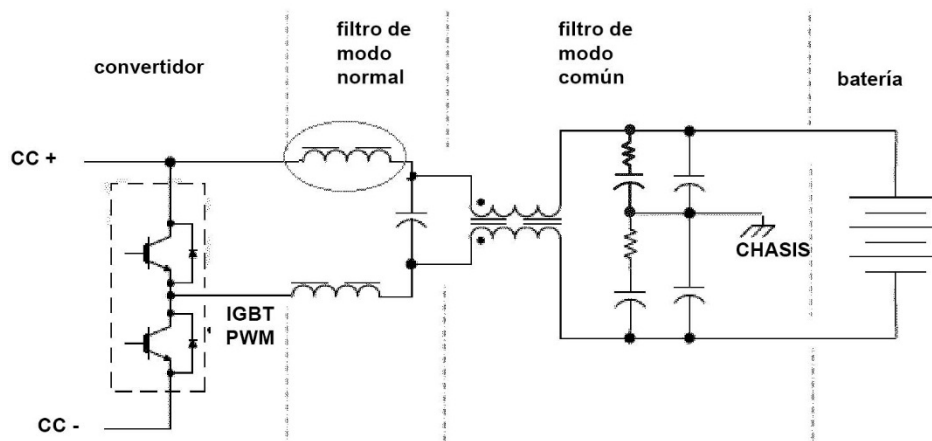


FIG. -7-

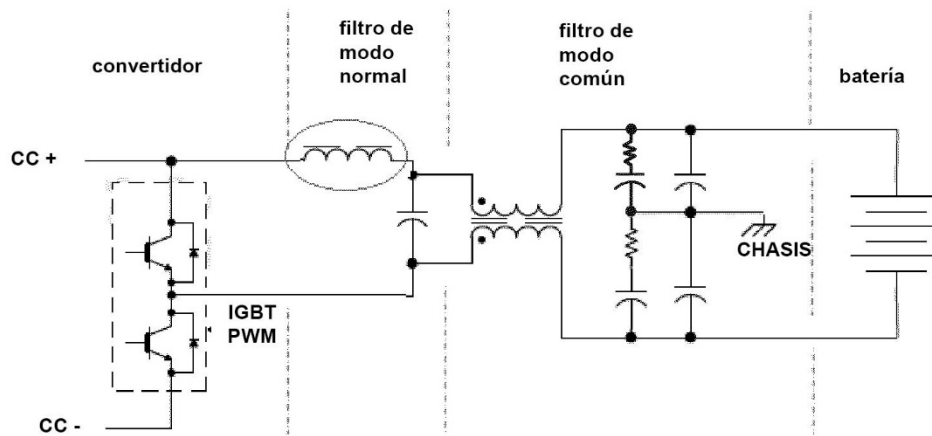


FIG. -8-

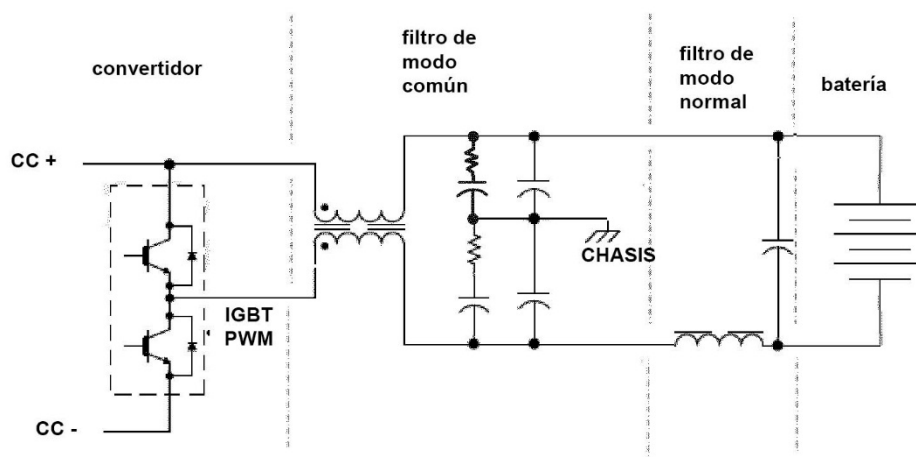


FIG. -9-