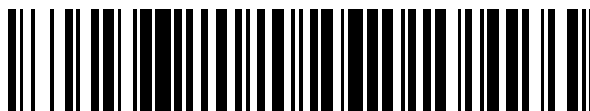


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 139**

51 Int. Cl.:

H02J 1/10 (2006.01)

H02J 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2016** **E 16170543 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020** **EP 3098923**

54 Título: **Sistema de distribución híbrido de CA y CC**

30 Prioridad:

29.05.2015 US 201514725949

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
09.04.2021

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

TIWARI, ARVIND KUMAR;
KOLHATKAR, YASHOMANI Y y
AGRAWAL, NEERAJ

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 818 139 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

Sistema de distribución híbrido de CA y CC

Antecedentes

5 El campo de la divulgación se refiere, en general, a un sistema de distribución de energía eléctrica y, de forma más particular, a un sistema de distribución híbrido de corriente alterna (CA) y corriente continua (CC) y un método de uso del mismo.

10 Los sistemas de distribución de energía eléctrica conocidos proporcionan energía de CA o energía de CC a varias cargas eléctricas. Algunas cargas eléctricas, cargas de barco marino, por ejemplo, crean una necesidad de un sistema de distribución de energía eléctrica aislado de una red eléctrica típica de servicio. Dichos sistemas de distribución de energía eléctrica se refieren algunas veces como sistemas en isla o microrredes de energía eléctrica. Las diferentes cargas en un sistema en isla incluyen, sin limitación, cargas de accionamiento, cargas auxiliares de CA, cargas de almacenamiento de energía de CC, y cargas electrónicas de CC. Fuentes de energía posibles para sistemas en isla incluyen, sin limitación, generadores y dispositivos de almacenamiento de energía, tal como baterías.

15 Los sistemas de distribución de CA conocidos utilizan un bus de distribución de CA para distribuir energía de CA a la ubicación de una carga particular. Algunas cargas de CA se pueden alimentar directamente, mientras que otras utilizan una conversión de tensión mediante un transformador o una conversión de CA-a-CC (CA/CC), y una posterior conversión CC-a-CA (CC/CA). Las cargas de CC usan al menos una conversión CA/CC. Fuentes de energía de CA, generadores, por ejemplo, funcionan en una proporción particular para generar una salida de tensión y frecuencia apropiadas para conectarse al bus de distribución de CA. De forma similar, sistemas de distribución de CC utilizan un bus de distribución de CC para distribuir energía de CC a la ubicación de una carga particular. Una salida de CA de fuentes de energía es convertida a CC antes de conectarse al bus de distribución de CC. Del mismo modo, la energía de CC en un bus de distribución de CC se convierte a CA mediante diversas cargas de accionamiento de CA y cargas auxiliares. Las cargas de almacenamiento de energía de CC y las cargas electrónicas de CC son alimentadas directamente o utilizan una conversión de CC-a-CC (CC/CC) para ajustar los niveles de tensión. La eficiencia de los sistemas de distribución de CA y CC conocidos se reduce debido al número de componentes eléctricos utilizados para acondicionar la energía generada para la distribución y la energía distribuida para la entrega a las diversas cargas. La eficiencia de los sistemas de distribución de CA y CC conocidos se reduce adicionalmente por la flexibilidad para hacer funcionar generadores a una eficiencia de pico debida a condiciones de carga variables.

20 Ejemplos de sistemas de distribución de la técnica anterior se divulgan en los documentos US 2007/0063677, EP 2101392, US 2011/0309677 y US 2011/0106325. En los documentos US 2007/0063677 y EP 2101392, la energía se distribuye a través de un bus de CC. El documento US 2011/0309677 utiliza varias líneas de energía para distribuir energía desde uno o más generadores diésel. El documento US 2011/0106325 está relacionado con una disposición de control para un sistema de distribución de energía, y no describe buses.

Breve descripción

40 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de distribución híbrido de corriente alterna (CA) y corriente continua (CC) que comprende: un generador de inducción doblemente alimentado (DFIG) que comprende un rotor y un estator, dicho DFIG configurado para generar una primera energía de CA en dicho rotor y una segunda energía de CA en dicho estator; un bus de distribución de CC configurado para ser conectado a dicha primera carga; un convertidor de CA-a-CC conectado a dicho rotor y además conectado a dicho bus de distribución de CC en un primer nodo, dicho convertidor de CA-a-CC configurado para convertir la primera energía de CA a una primera energía de CC en el primer nodo para entregar a través de dicho bus de distribución de CC; un bus de distribución de CA configurado para ser conectado a una segunda carga; y un convertidor de CC-a-CA conectado entre el primer nodo y un segundo nodo, el segundo nodo conectado a dicho estator y a dicho bus de distribución de CA, dicho convertidor de CC-a-CA configurado para convertir la primera energía de CC a la segunda energía de CA para entregar a dicho estator y a través de dicho bus de distribución de CA.

Dibujos

50 Estas y otras características, aspectos y ventajas de la divulgación se entenderán mejor cuando se le a la siguiente descripción detallada con referencia los dibujos adjuntos en los cuales caracteres similares representan partes similares a lo largo de todos los dibujos, en los cuales:

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema eléctrico en isla de ejemplo;

La figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema de distribución híbrido de corriente alterna (CA) y corriente continua (CC) de ejemplo para el uso en el sistema eléctrico en isla mostrado en la figura 1;

La figura 3 es un diagrama esquemático de un anillo de CC de ejemplo para el uso en el sistema de distribución híbrido de CA y CC mostrado en la figura 2;

La figura 4 es un diagrama esquemático de un bus de anillo de CA de ejemplo para el uso en el sistema de distribución híbrido de CA y CC mostrado en la figura 2;

5 La figura 5 es un diagrama esquemático de una fuente de energía de ejemplo para el uso en el bus de anillo de CC mostrado en la figura 3 o el bus de anillo de CA mostrado en la figura 4;

La figura 6 es un diagrama esquemático de un enlace de protección de ejemplo para el uso en el bus de anillo de CC mostrado en la figura 3; y

10 La figura 7 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo de funcionamiento del sistema de distribución híbrido de CA y CC mostrado en la figura 2.

A menos que se indique lo contrario, los dibujos proporcionados en el presente documento están destinados a ilustrar características de modos de realización de esta divulgación. Estas características se cree que son aplicables en una amplia variedad de sistemas que comprenden uno o más modos de realización de esta divulgación. Por ello, los dibujos no están destinados a incluir todas las características convencionales conocidas por los expertos en la técnica que se van a requerir para llevar a la práctica los modos de realización divulgados en el presente documento.

Descripción detallada

En la siguiente memoria descriptiva y en las reivindicaciones, se hace referencia a varios términos que tienen los siguientes significados.

20 Las formas singulares “un/uno/una” y “el/lo/la” incluyen referencias plurales a menos que el contexto dicte de forma clara lo contrario.

“Opcional” u “opcionalmente” significa que el evento o circunstancia descrita posteriormente puede o puede que no sucedan, y que la descripción incluye casos en los que el elemento sucede y casos en los que no lo hace.

25 Lenguaje de aproximación, tal y como se utiliza en el presente documento a lo largo de toda la memoria descriptiva y las reivindicaciones, se puede aplicar para modificar cualquier representación cuantitativa que podría variar de forma permisible sin resultar en un cambio en la función básica con la cual está relacionada. Por consiguiente, un valor modificado por un término o términos, tal como “alrededor de”, “aproximadamente” y “sustancialmente” están limitados al valor preciso especificado. En al menos algunos casos, el lenguaje aproximativo puede corresponderse con la precisión de un instrumento para medir el valor. En este caso y a lo largo de toda la memoria descriptiva y las
30 reivindicaciones, se pueden combinar y/o intercambiarse limitaciones de rango, dichos rangos se identifican e incluyen todos los sub rangos contenidos en el mismo a menos que el contexto o el lenguaje indiquen lo contrario.

Modos de realización de la presente divulgación se refieren a sistemas de distribución de energía eléctrica para redes de energía de servicios en isla. Los sistemas de distribución híbridos de corriente alterna (CA) y corriente continua (CC) descritos en el presente documento proporcionan una energía de CA y CC eficientes para diversas
35 cargas, y, de forma más específica, buses de distribución de CA y CC en paralelo. Los buses de distribución de CA y CC en paralelo reducen el número de componentes electrónicos para condicionar la energía generada para el consumo por una carga dada. Sistemas de distribución de energía eléctrica de ejemplo utilizan menos componentes electrónicos, por lo tanto mejorando la eficiencia global de los sistemas de distribución de energía eléctrica. Sistemas de distribución de energía eléctrica de ejemplo también utilizan generadores de inducción doblemente alimentados (DFIG) como una fuente de energía, permitiendo el uso de un motor de velocidad variable para cumplir
40 mejor las cargas en tiempo real y la producción de energía en tiempo real, por lo tanto mejorando adicionalmente la eficiencia. La eficiencia mejorada y menos componentes de electrónica llevan a ahorros de coste de funcionamiento así como reducción de gastos de capital.

45 La figura 1 es un diagrama de un ejemplo de sistema 100 eléctrico en isla. El sistema 100 eléctrico en isla incluye un generador 102, un sistema 104 de distribución de energía eléctrica, cargas 106 eléctricas, y un almacenamiento 108 de energía. En ciertos modos de realización, por ejemplo y sin limitación, el generador 102 es un DFIG accionado por un motor de velocidad variable. Los motores de velocidad variable incluyen, sin limitación, motores diésel, motores de gas, y motores de turbina de gas. Las cargas 106 eléctricas incluyen, sin limitación, cargas de CA tales como cargas de accionamiento (motores, por ejemplo) y cargas auxiliares de CA, y cargas de CC tales como
50 electrónicas de CC y un almacenamiento 108 de energía. El almacenamiento 108 de energía incluye, por ejemplo y sin limitación, baterías. El almacenamiento 108 de energía, en ciertos modos de realización, incluye múltiples dispositivos de almacenamiento de energía distribuidos a lo largo de todo el sistema 100 eléctrico en isla. En dicho modo de realización, el almacenamiento 108 de energía se puede controlar de forma central, o cada dispositivo de almacenamiento de energía de forma independiente. En otros modos de realización, el almacenamiento 108 de
55 energía incluye uno o más dispositivos de almacenamiento de energía dispuestos de forma central en un sistema 100 eléctrico en isla y controlado de forma central.

El generador 102 genera energía de CA y CC que se suministra a un sistema 104 de distribución de energía eléctrica. El sistema 104 de distribución de energía eléctrica acondiciona y entrega la energía de CA y CC a los diferentes componentes de las cargas 106 eléctricas. El sistema 104 de distribución de energía eléctrica incluye, sin limitación, buses de CA, buses de CC, convertidores de CA-a-CC (CA/CC), convertidores de CC-a-CA (CA/CC), convertidores de CC-a-CC (CC/CC), transformadores, dispositivos de protección tales como, por ejemplo y sin limitación, circuitos de choque, disyuntores de CA, disyuntores de CC, y enlaces de protección.

Un circuito de choque es un dispositivo de limitación de corriente que funciona a una corriente de frecuencia no nula. Un vehículo de protección, de forma similar, funciona en CC derivando CC de forma temporal para facilitar la apertura de un interruptor de CC, tal como un disyuntor de CC.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC de ejemplo para el uso en un sistema 100 eléctrico en isla (mostrado en la figura 1). El sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC incluye un motor 202, un DFIG 204, cargas 206 de accionamiento, una carga 208 auxiliar de CA, una carga 210 electrónica de CC, un almacenamiento 212 de energía, un bus 214 de distribución de CC, un bus 216 de distribución de CA, convertidores 218 de CA/CC, convertidores 220 de CC/CA y convertidores 222 de CC/CC.

El motor 202 está conectado mecánicamente al DFIG 204, y de forma más específica, a un rotor 224 del DFIG 204. Durante el funcionamiento, el motor 202 es accionado a una velocidad variable para girar el rotor 224, el cual, en combinación con un estator 226, genera energía de CA. La velocidad variable del motor 202 es controlada de acuerdo con una carga variable con el tiempo definida al menos parcialmente por una carga 210 electrónica de CC, cargas 206 de accionamiento, una carga 208 auxiliar de CA, y un almacenamiento 212 de energía. En ciertos modos de realización, el sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC incluye un controlador configurado para controlar la velocidad variable del motor 202 de acuerdo con la carga variable con el tiempo y una eficiencia del motor 202. En ciertos modos de realización, el sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC incluye múltiples DFIG y motores. En dichos modos de realización, el sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC puede incluir un controlador centralizado para controlar la velocidad variable de los motores respectivos de acuerdo con la carga variable con el tiempo y la eficiencia en los motores respectivos. El controlador centralizado facilita el control centralizado para corte de pico, control de misión, ascenso de motor, balance de carga entre las cargas de CA y CC e integración de batería. En modos de realización alternativos, en los que el sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC incluye múltiples DFIG y motores, se utilizan múltiples controladores para controlar la velocidad variable de los motores de acuerdo con la carga en tiempo variable y la eficiencia respectiva de los motores.

El DFIG 204 genera energía de CA tanto en el estator 226 como en el rotor 224, dependiendo de la velocidad del rotor 224. La energía de CA generada en el rotor 224 se suministra al convertidor 218 de CA/CC. El convertidor 218 de CA/CC convierte la energía de CA generada, es decir, la primera energía de CA, a una primera energía de CC en un primer nodo 228. Una segunda energía de CA se genera en el estator 226 y se suministra al convertidor 220 de CC/CA en un segundo nodo 230. El convertidor 220 de CC/CA convierte la energía de CA generada, es decir, la segunda energía de CA, la primera energía de CC en el primer nodo 228. El primer nodo 228 sirve como un punto de toma de CC, suministrando la primera energía de CC al bus 214 de distribución de CC, el convertidor 222 de CC/CC, y, dependiendo de la velocidad del rotor 224, al convertidor 218 de CA/CC. El convertidor 220 de CA/CC convierte la primera energía de CC de vuelta a la segunda energía de CA en el estator 226. El segundo nodo 230 está conectado al estator 226 del DFIG 204, así como a un bus 216 de distribución de CA, que facilita la coincidencia de tensión y frecuencia de la primera energía de CA generada por el DFIG 204 y la segunda energía de CA suministrada al bus 216 de distribución de CA.

En ciertos modos de realización, en el arranque del DFIG 204, la energía disponible en el primer nodo 228 o el segundo nodo 230 se utiliza para poner en marcha el rotor 224 del DFIG 204 hasta una velocidad deseada, que utiliza la característica de motor de inducción del DFIG 204.

El convertidor 222 de CC/CC convierte la primera energía de CC a una segunda energía de CC adecuada para cargar el almacenamiento 212 de energía. La conexión directa del almacenamiento 212 de energía y del convertidor 222 de CC/CC al primer nodo 228 facilita el almacenamiento de energía eficiente durante el funcionamiento normal y el suministro de energía eficiente por el almacenamiento 212 de energía cuando el motor 202 o el DFIG 204 están no operativos o desconectados. En modos de realización alternativos, se puede utilizar uno o más convertidores 222 de CC/CC para cambiar los niveles de tensión de CC de forma apropiada para una carga de CC dada. En ciertos modos de realización, el convertidor 222 de CC/CC utiliza un transformador de alta frecuencia para proporcionar un aislamiento entre los niveles de tensión de CC.

El bus 214 de distribución de CC entrega energía de CC a la carga 210 electrónica de CC y a la carga 206 de accionamiento. La carga 210 electrónica de CC incluye, sin limitación, electrónica de CC, tal como dispositivos informáticos, luces, y relés que funcionan a varios niveles de tensión de CC. La tensión distribuida, 48 voltios, por ejemplo y sin limitación, se aumenta o disminuye a la tensión apropiada para un dispositivo de electrónica de CC particular. La carga 206 de accionamiento es una carga de CA que requiere una conversión de CC/CA por el convertidor 220 de CC/AC. El convertidor 220 de CC/CA convierte la primera energía de CC a una tercera energía de CA. La utilización del bus 214 de distribución de CC y del convertidor 220 de CC/CA para la carga 206 de

accionamiento es ventajosa ya que ciertos sistemas de distribución de CA conocidos necesitan múltiples componentes electrónicos para la conversión de la energía de CA distribuida a una energía de CA útil.

El bus 216 de distribución de CA entrega energía de CA a la carga 208 auxiliar de CA y a la carga 206 de accionamiento. La carga 208 auxiliar de CA incluye, sin limitación, electrónicas de CA típicas tal como iluminación, televisiones, cafeteras, frigoríficos, secadores de pelo, aspiradoras, y ordenadores personales. La carga 206 de accionamiento, tal y como se describió anteriormente, requiere energía de CA distribuida, es decir, la segunda energía de CA, se va a convertir a un nivel útil. El bus 216 de distribución de CA entrega la segunda energía de CA al convertidor 218 de CA/CC, que la convierte a la tercera energía de CC. La tercera energía de CC es entonces convertida por el convertidor 220 de CC/CA a la tercera energía de CA para el consumo por la carga 206 de accionamiento.

La figura 3 es un diagrama esquemático de un bus 300 de anillo de CC de ejemplo para el uso en un sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC (mostrado en la figura 2). El bus 300 de anillo de CC incluye múltiples fuentes 302 de energía conectadas a través de disyuntores 304 de CC (CB) y enlaces 306 de protección (PT) a un bus 308 de CC positivo y un bus 310 de CC negativo. Para cada una de las fuentes 302 de energía, el bus 308 de CC positivo y el bus 310 de CC negativo se pueden interrumpir por el disyuntor 306 de CC, el cual es ayudado en su funcionamiento por el enlace 306 de protección. La arquitectura del bus 300 de anillo de CC facilita el aislamiento de un fallo en una de las ramas de fuente de energía.

La figura 4 es un diagrama esquemático de un bus 400 de anillo de CA de ejemplo para el uso en el sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC (mostrado en la figura 2). El bus 400 de anillo de CA incluye múltiples fuentes 302 de energía (mostradas en la figura 3), cargas 402 de CA, disyuntores 404 de CA, y circuitos 406 de choque. Las fuentes 302 de energía se conectan al bus 400 de anillo de CA a través de circuitos 406 de choque y están aislados de forma independiente por disyuntores 404 de CA. Las cargas 402 de CA se pueden aislar del mismo modo mediante los disyuntores 404 de CA.

La figura 5 es un diagrama esquemático de una fuente 500 de energía de ejemplo para el uso en un bus 300 de anillo de CC (como la fuente 302 de energía mostrada en la figura 2) o un bus 400 de anillo de CA (como la fuente 302 de energía mostrada en la figura 4). La fuente 500 de energía incluye un motor 502, un DFIG 504, un convertidor 506 de CA/CC y un convertidor 508 de CC/CA. La fuente 500 de energía está conectada a un nodo 510 de CC y a un nodo 512 de CA, que son equivalentes al primer nodo 228 y al segundo nodo 230 (mostrados en la figura 2). El nodo 510 de CC incluye un bus 514 de CC positivo y un bus 516 de CC negativo, y se puede conectar a un almacenamiento 518 de energía a través de un convertidor 520 de CC/CC.

El motor 502 está conectado mecánicamente al DFIG 504, de forma más específica, a un rotor (no mostrado) del DFIG 504. El motor 502 está configurado a una velocidad variable y gira el rotor para generar una primera energía de CA. La primera energía de CA es recibida en el convertidor 506 de CA/CC y convertida a la primera energía de CC. La primera energía de CC es suministrada al convertidor 508 de CC/CA.

El convertidor 508 de CC/CA convierte en la primera energía de CC a una segunda energía de CA en el nodo 512 de CA que es suministrada a un bus 522 de realimentación. El bus 522 de realimentación se conecta de vuelta al DFIG 504 en un estator (no mostrado) para el DFIG 504. El nodo 512 de CA además se conecta a un bus de distribución de CA (no mostrado) a través de un circuito 406 de choque y un disyuntor 404 de CA (mostrado en la figura 4). El nodo 512 de CA además se conecta a una carga 402 de CA a través del disyuntor 404 (también mostrado en la figura 4).

Uno de los convertidores 520 de CC/CC convierte la primera energía de CC a una segunda energía de CC para cargar el almacenamiento 518 de energía. Otro de los convertidores 520 de CC/CC convierte la primera energía de CC a una tercera energía de CC para suministrar a la carga 210 electrónica de CC (mostrado en la figura 2) y al bus de distribución de CC (no mostrado). La tercera energía de CC es suministrada al bus de distribución de CC a través del disyuntor 304 de CC y del enlace 306 de protección (mostrados en la figura 3).

En ciertos modos de realización, el disyuntor 404 de CA y el disyuntor 304 de CC se controlan por un dispositivo común (no mostrado). El dispositivo común, en ciertos modos de realización, está ubicado interno en el sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC (mostrado en la figura 2). En modos de realización alternativos, el dispositivo común está ubicado externo al sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC. En ciertos modos de realización, el disyuntor 404 de CA y el disyuntor 304 de CC están controlados de forma independiente. En otros modos de realización, el disyuntor 404 de CA y el disyuntor 304 de CA son controlados de forma independiente, o juntos. El dispositivo de control incluye, por ejemplo y sin limitación, electrónicas de CC tales como relés, un microcontrolador, circuitos de lógica digital, una matriz de puerta de campo programable (FPGA), y un circuito integrado de aplicación específica (ASIC). Cualquier fallo detectado en el bus de distribución de CA o en el bus de distribución de CC resulta en la abertura del disyuntor 404 de CA el disyuntor 304 de CC o ambos para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de distribución.

La figura 6 es un diagrama esquemático detallado de un enlace 600 de protección de ejemplo para el uso en un bus 300 de anillo de CC (mostrado en la figura 3 y la figura 5). El enlace 600 de protección está conectado entre un bus

602 de CC positivo del lado de fuente, y un bus 604 de CC positivo del lado de carga, y también entre un bus 606 de CC negativo del lado de fuente y un bus 608 de CC negativo del lado de carga. El enlace 600 de protección incluye interruptores 610 bidireccionales y limitadores 612 de corriente.

5 Cada uno de los interruptores 610 bidireccionales incluye un interruptor 614 y diodos 616. Para una dirección de corriente dada, la corriente pasa a través del interruptor 614 y diodos de polaridad similar con respecto a la fuente de corriente, que está o bien en el lado de fuente o en el lado de carga. Cada uno de los limitadores 612 de corriente incluye diodos 616, un inductor 618, he impedancias 620. El inductor 618 está conectado en línea con el bus y en paralelo con diodos 616 e impedancias 620 conectados en serie. Los diodos 618 están configurados para ser antiparalelos.

10 Durante el funcionamiento normal, la frecuencia de corriente en el bus de CC es idealmente cero, y el inductor 618 es de una impedancia despreciable. Durante un fallo o condición transitoria, el inductor 618 se convierte en una impedancia para una corriente de frecuencia no nula correspondiente a la elevación en la corriente. Los diodos 616 antiparalelos presentan una trayectoria de circulación libre para la corriente debida a la energía almacenada en el inductor 618 durante y después de la abertura del enlace 600 de protección. El lado de carga y el lado de fuente son
15 entonces desconectados por los interruptores 614 y un disyuntor de CC (no mostrado).

En modos de realización alternativos, los interruptores 610 incluyen cualquier interruptor que tenga una capacidad de bloqueo de corriente bidireccional, incluyendo, por ejemplo, y sin limitación, disyuntores mecánicos e interruptores de estado sólido basados en semiconductores.

20 La figura 7 es un diagrama de flujo de un método 700 de ejemplo de funcionamiento del sistema 200 de distribución híbrido de CA y CC (mostrado en la figura 2). El método 700 comienza en una etapa 710 de inicio. En una etapa 720 de generación, se genera una primera energía de CA en el rotor 224 y en el estator 226 del DFIG 204 (todos mostrados en la figura 2). El rotor 224 es girado por el motor 202 a una velocidad variable de acuerdo con la carga en un tiempo dado. La primera energía de CA es convertida a la primera energía de CC en una etapa 730 de conversión de CC. La primera energía de CA es convertida por el convertidor 218 de CA/CC a la primera energía de
25 CC en el primer nodo 228. En una etapa 740 de conexión de CC, la primera energía de CC, en el primer nodo 228 es conectada al bus 214 de distribución de CC. La primera energía de CC en el bus 214 de distribución de CC es entonces entregada a una primera carga conectada al bus 214 de distribución de CC en la etapa 750 de distribución de CC. La primera carga incluye, por ejemplo, y sin limitación, una carga electrónica de CC tal como una carga 210 electrónica de CC, y una carga de accionamiento, tal como una carga 206 de accionamiento.

30 En una etapa 760 de conversión de CA, la primera energía de CC es convertida a una segunda energía de CA por el convertidor 220 de CC/CA. La segunda energía de CA es conectada, en la etapa 770 de conexión de CA, al bus 216 de distribución de CA y al estator 226 del DFIG 204 en el segundo nodo 230. La segunda energía de CA suministrada al estator 226 del DFIG 204 facilita que el DFIG 204 genere la primera energía de CA a una tensión y frecuencia apropiadas para el bus 216 de distribución de CA. La segunda energía de CA es entonces entregada, en
35 una etapa 780 de distribución de CA, a una segunda carga conectada al bus 216 de distribución de CA en el segundo nodo 230. La segunda carga incluye, por ejemplo, y sin limitación, una carga auxiliar de CA tal como una carga 208 auxiliar de CA y una carga de accionamiento, tal como una carga 206 de accionamiento.

40 En ciertos modos de realización, el método 700 incluye una etapa de carga. Durante la etapa de carga, la primera energía de CC se hace pasar a través del convertidor 222 de CC/CC y al almacenamiento 212 de energía. El método finaliza en la etapa 790 final.

Los sistemas de distribución de energía eléctrica descritos anteriormente proporcionan energía de CA y CC eficiente para cargas variables, y de forma más específica, un bus de distribución de CA y un bus de distribución de CC paralelos. Los buses de distribución de CA y CC paralelos reducen los componentes electrónicos necesarios para
45 acondicionar la energía generada para el consumo por una carga dada. Sistemas de distribución de energía eléctrica de ejemplo utilizan menos componentes electrónicos, mejorando la eficiencia global del sistema de distribución de energía eléctrica. Sistemas de distribución de energía eléctrica de ejemplo también utilizan generadores de inducción doblemente alimentados (DFIG) como una fuente de energía, permitiendo el uso de un motor de velocidad variable para una mejor coincidencia con la carga y la producción de energía, por lo tanto mejorando adicionalmente la eficiencia. La eficiencia mejorada y los menos componentes de energía llevan a
50 ahorros de costes de funcionamiento así como de gastos de capital reducido.

Un efecto técnico de ejemplo de los métodos, sistemas y aparatos descritos en este documento comprende al menos una de: (a) una eficiencia mejorada a través del uso de motores de velocidad variable; (b) una generación de energía mejorada y una coincidencia de carga; (c) menos componentes electrónicos para la conversión de energía; (d) gasto de capital reducido; (e) coste de funcionamiento reducido.

55 Los modos de realización de métodos, sistemas y aparatos de ejemplo para sistemas de distribución de energía eléctrica no están limitados a los modos de realización específicos descritos en el presente documento, sino que más bien, se pueden utilizar componentes de sistemas y/o etapas de métodos de forma independiente y de forma separada de otros componentes y/o etapas descritos en el presente documento. Por ejemplo, los métodos también

se utilizan combinación con otros sistemas de distribución de energía eléctrica no convencionales, y no están limitados a la práctica con sólo sistemas y métodos tal y como los descritos en el presente documento. Más bien, el modo de realización de ejemplo se puede implementar y utilizar en conexión con muchas otras aplicaciones, equipos, y sistemas que se pueden beneficiar de la eficiencia aumentada, el coste de funcionamiento reducido, y el gasto de capital reducido.

5

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (200) de distribución híbrido de corriente alterna (CA) y de corriente continua (CC) que comprende:

un generador (204; 504) de inducción doblemente alimentado (DFIG) que comprende un rotor (224) y un estator (226), dicho DFIG configurado para generar una primera energía de CA en dicho primer rotor (224) y una segunda energía de CA en dicho estator (226);
 un bus (214) de distribución de CC configurado para estar conectado a una primera carga (206, 210);
 un convertidor (218; 506) de CA-a-CC conectado a dicho rotor (224) y conectado además a dicho bus (214) de distribución de CC en un primer nodo (228; 510), estando dicho convertidor (218; 506) de CA-a-CC configurado para convertir la primera energía de CA a una primera energía de CC en el primer nodo (228; 510) para la entrega a través de dicho bus (214) de distribución de CC;
 un bus (216) de distribución de CA configurado para estar conectado a una segunda carga (206, 208); y
 un convertidor (220, 508) de CC-a-CA conectado entre el primer nodo (228; 510) y un segundo nodo (230; 512), el segundo nodo (230; 512) conectado a dicho estator (226) y dicho bus (216) de distribución de CA, dicho convertidor (220; 508) de CC-a-CA configurado para convertir la primera energía de CC a la segunda energía de CA para la entrega a dicho estator (226) y a través de dicho bus (216) de distribución de CA.

2. El sistema (200) de distribución híbrido de CA y CC de acuerdo con la reivindicación 1 que además comprende:

un almacenamiento (108; 212; 518) de energía configurado para recibir una segunda energía de CC; y
 un convertidor (222; 520) de CC-a-CC conectado entre el primer nodo (228; 510) y dicho almacenamiento (108; 212; 518) de energía, dicho convertidor (222; 520) de CC-a-CC configurado para convertir la primera energía de CC a la segunda energía de CC, en el que dicho almacenamiento (108; 212; 518) de energía está además configurado para proporcionar dicha segunda energía de CA a dicho segundo nodo (230; 512) a través de dicho convertidor (222; 520) de CC-a-CC y de dicho convertidor (220; 508) de CC-a-CA.

3. El sistema (200) de distribución híbrido de CA y CC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera carga (206, 210) comprende una carga (206) de accionamiento.

4. El sistema (200) de distribución híbrido de CA y CC de acuerdo con la reivindicación 3, que además comprende un convertidor (220) de CC-a-CA conectado entre dicho bus (214) de distribución de CC y la carga (206) de accionamiento, estando dicho convertidor (220; 508) de CC-a-CA configurado para convertir la primera energía de CC a una tercera energía de CA para entregar a la carga (206) de accionamiento.

5. El sistema (200) de distribución híbrido de CA y CC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la segunda carga (206, 208) comprende una carga (206) de accionamiento.

6. El sistema (200) de distribución híbrido de CA y CC de acuerdo con la reivindicación 5, que además comprende:

un convertidor (218) de CA-a-CC del lado de carga conectado a dicho bus (216) de distribución de CA, dicho convertidor (218) de CA-a-CC del lado de carga configurado para convertir la segunda energía de CA a una tercera energía de CC; y
 un convertidor (220; 508) de CC-a-CA del lado de carga conectado entre dicho convertidor (218) de CA-a-CC del lado de carga y la carga (206) de accionamiento, dicho convertidor (220; 508) de CC-a-CA del lado de carga configurado para convertir la tercera energía de CC a una tercera energía de CA para la entrega a la carga (206) de accionamiento.

7. El sistema (200) de distribución híbrido de CA y CC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho bus (214) de distribución de CC comprende un bus (300) de anillo de CC conectado a una segunda fuente (302) de energía y a una carga (210) de CC.

8. El sistema (200) de distribución híbrido de CA y CC de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho bus (300) de anillo de CC se conecta al primer nodo (228; 510) a través de un enlace (306; 600) de protección y un disyuntor (304) de CC.

9. El sistema (200) de distribución híbrido de CA y CC de acuerdo con la reivindicación 1 en el que dicho bus (216) de distribución de CA comprende un bus (400) de anillo de CA.

10. El sistema (200) de distribución híbrido de CA y CC de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho bus (400) de anillo de CA se acopla al segundo nodo (230; 512) a través de un disyuntor (404) de CA y un circuito (406) de choque.

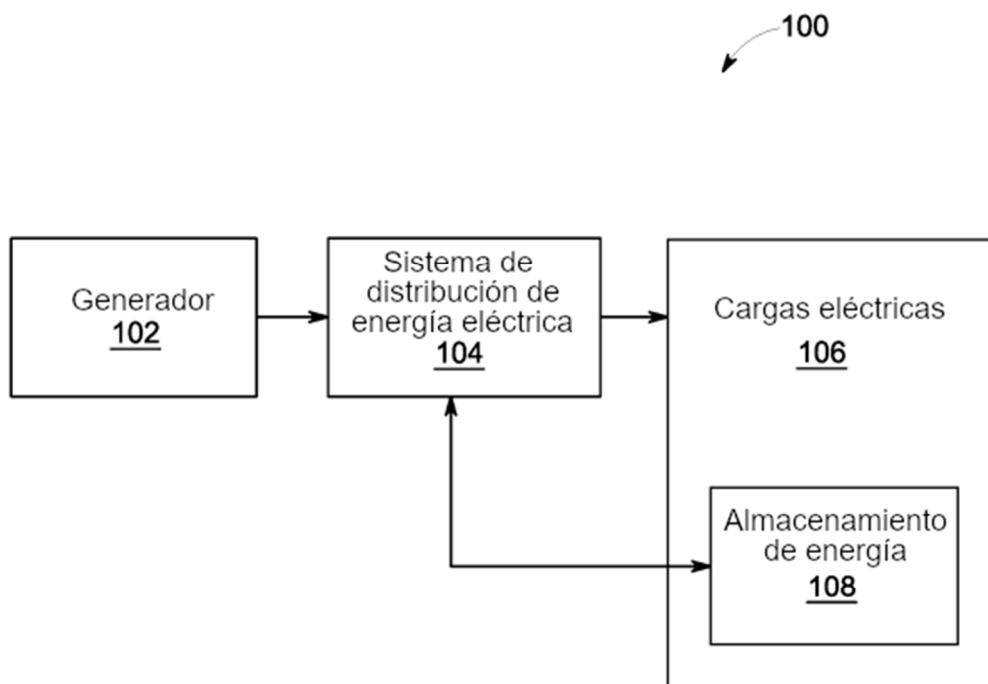


FIG. 1

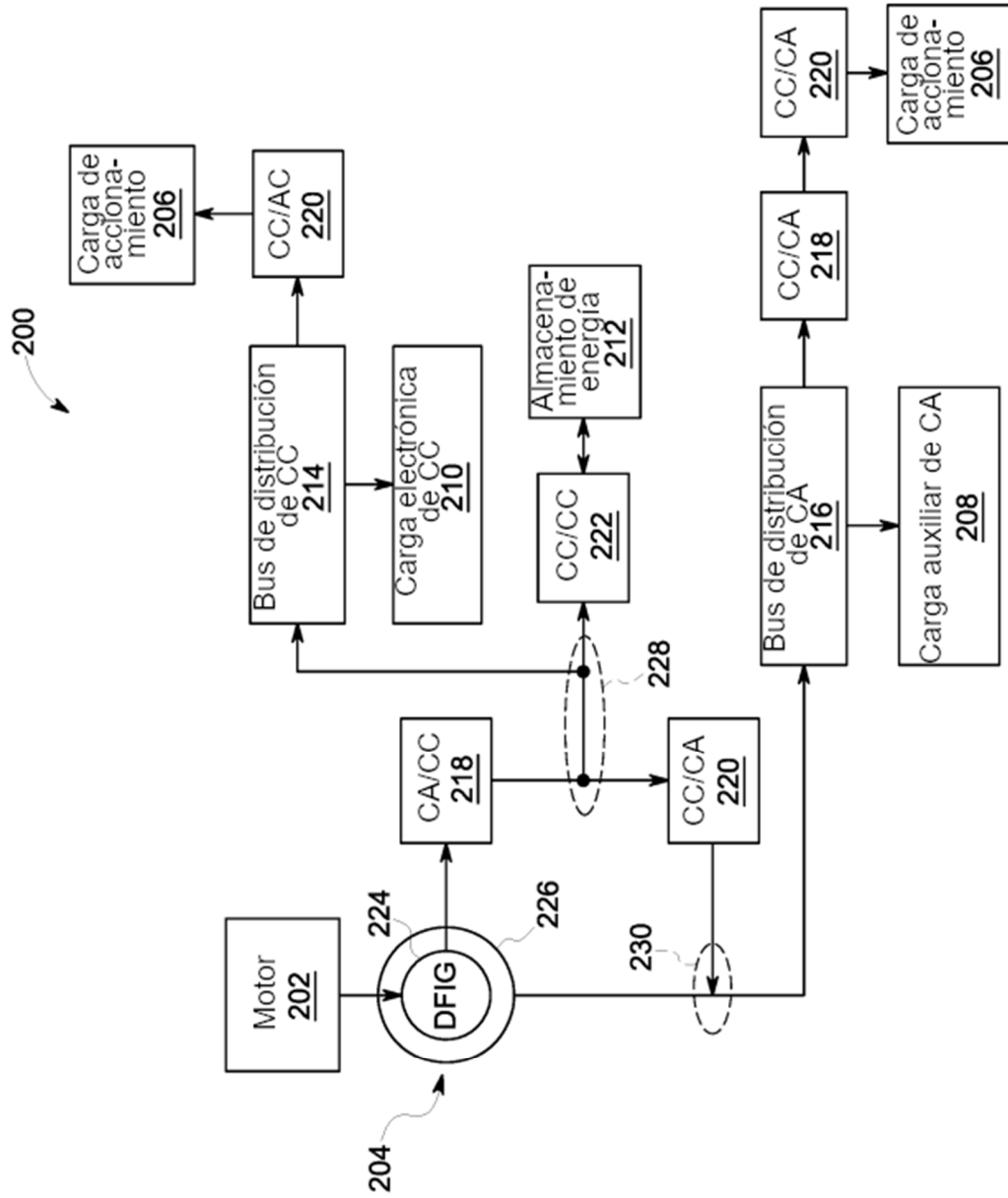


FIG. 2

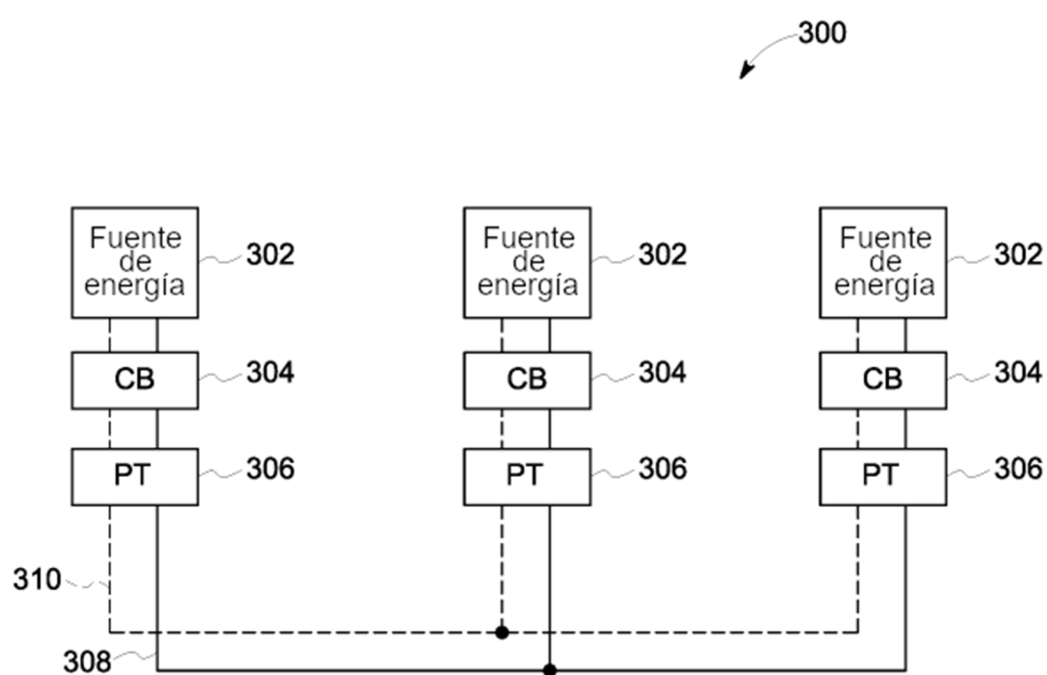


FIG. 3

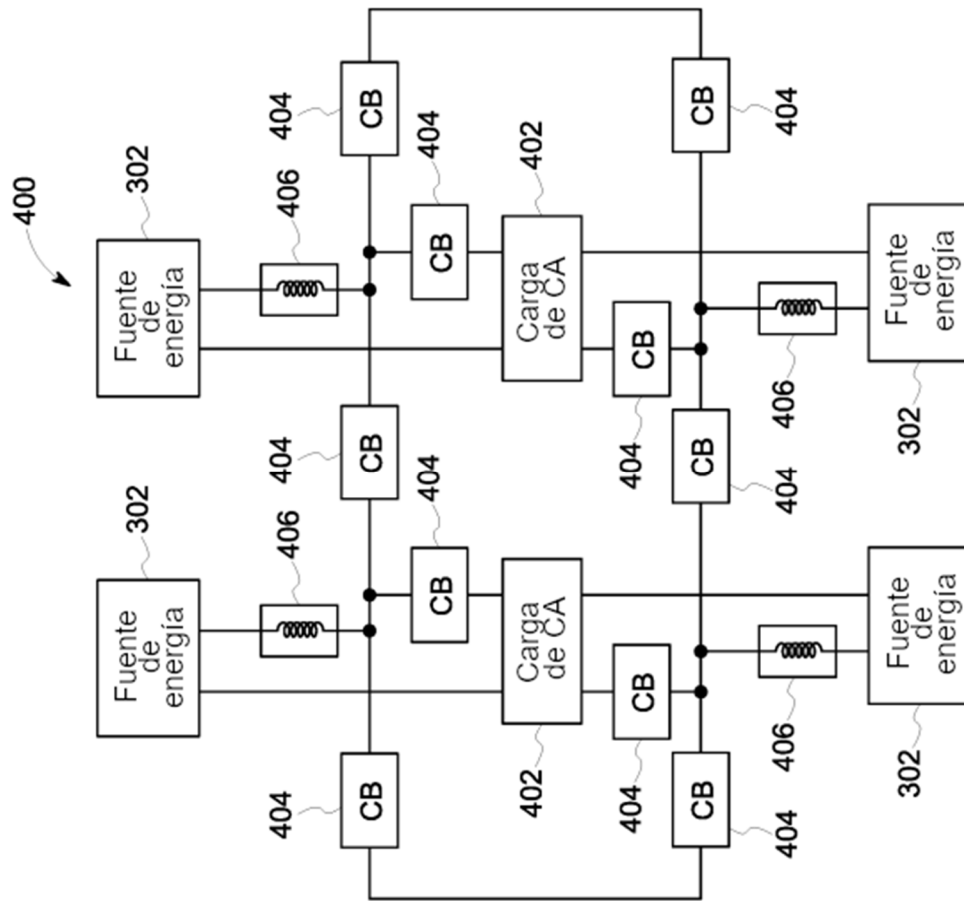
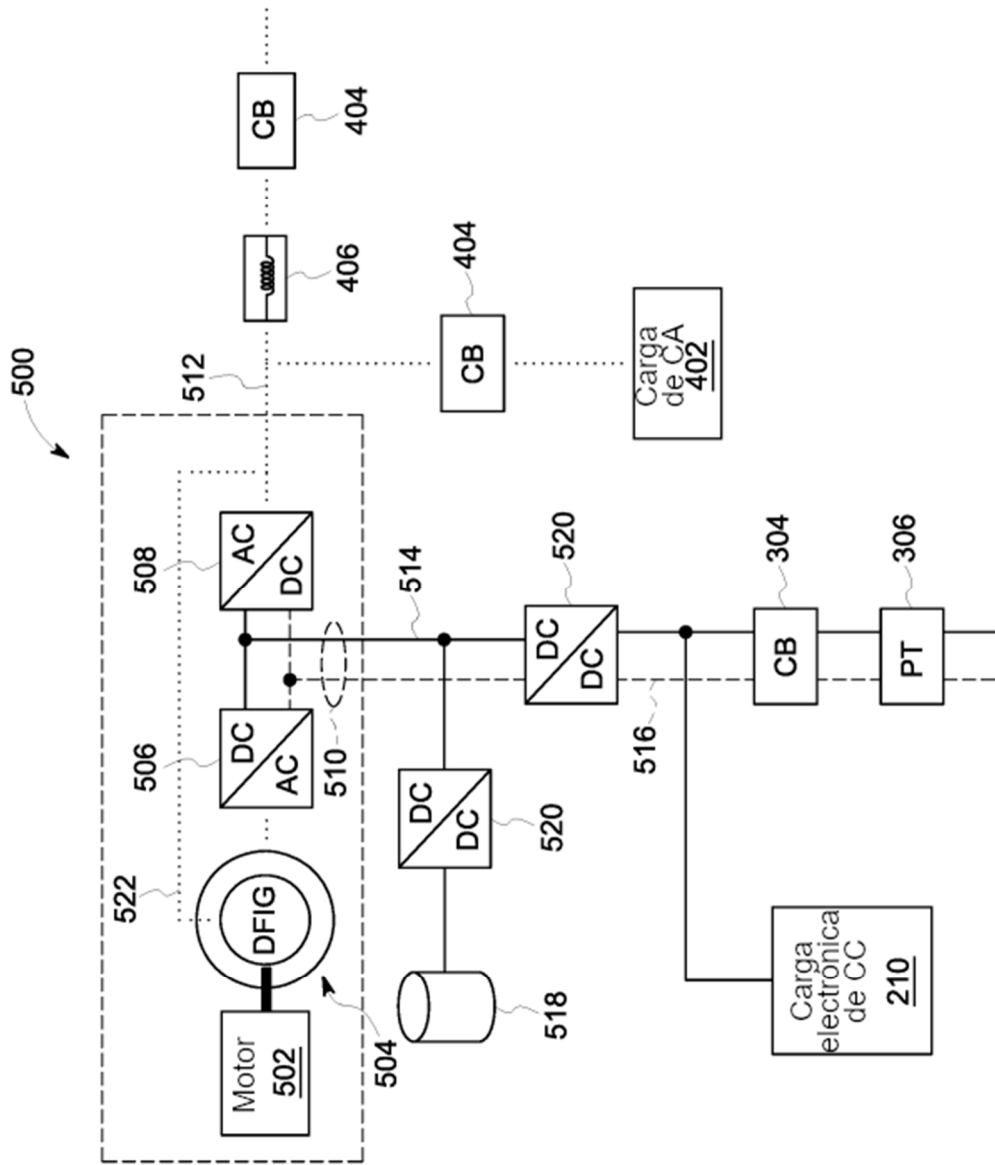


FIG. 4



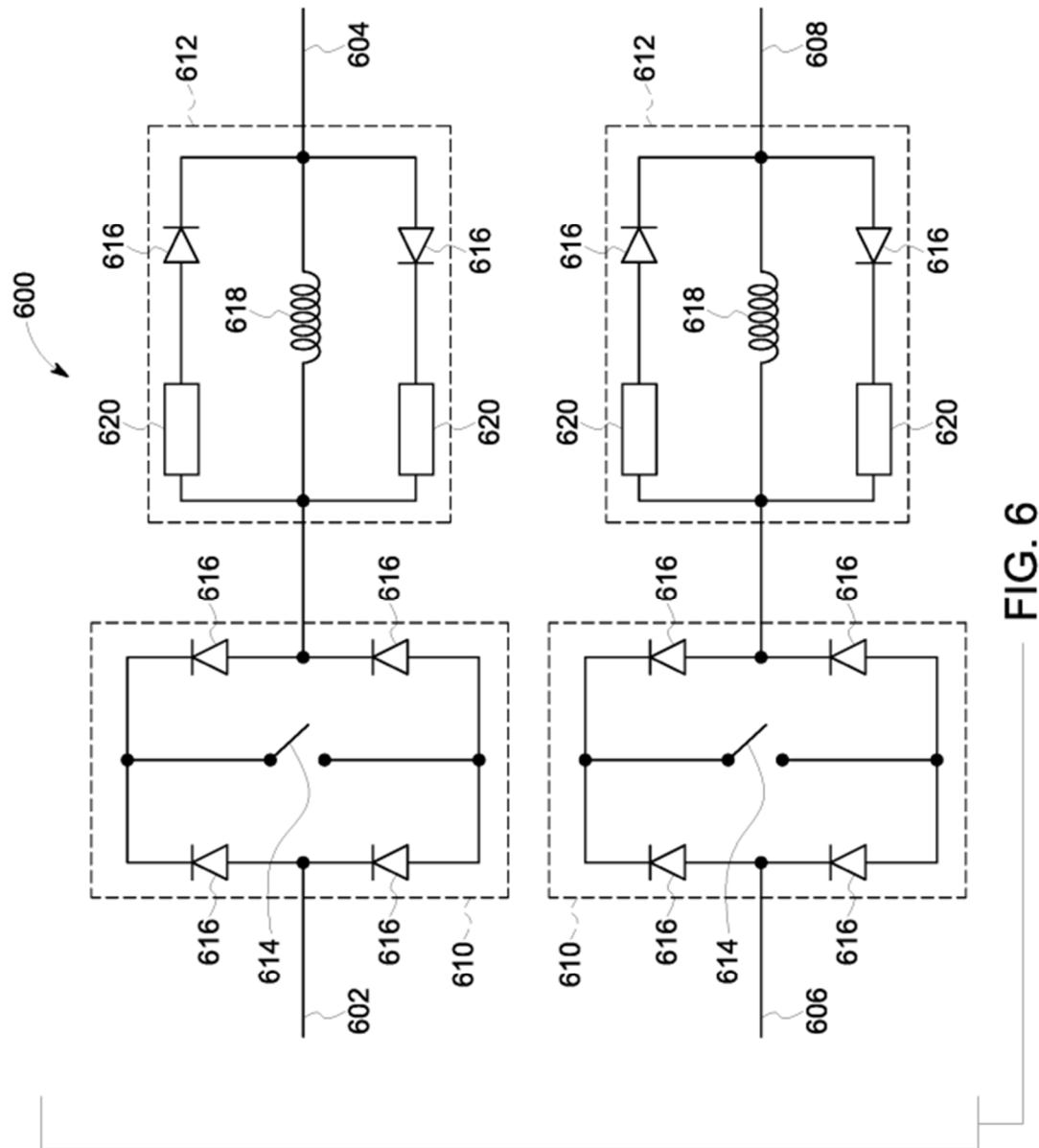


FIG. 6

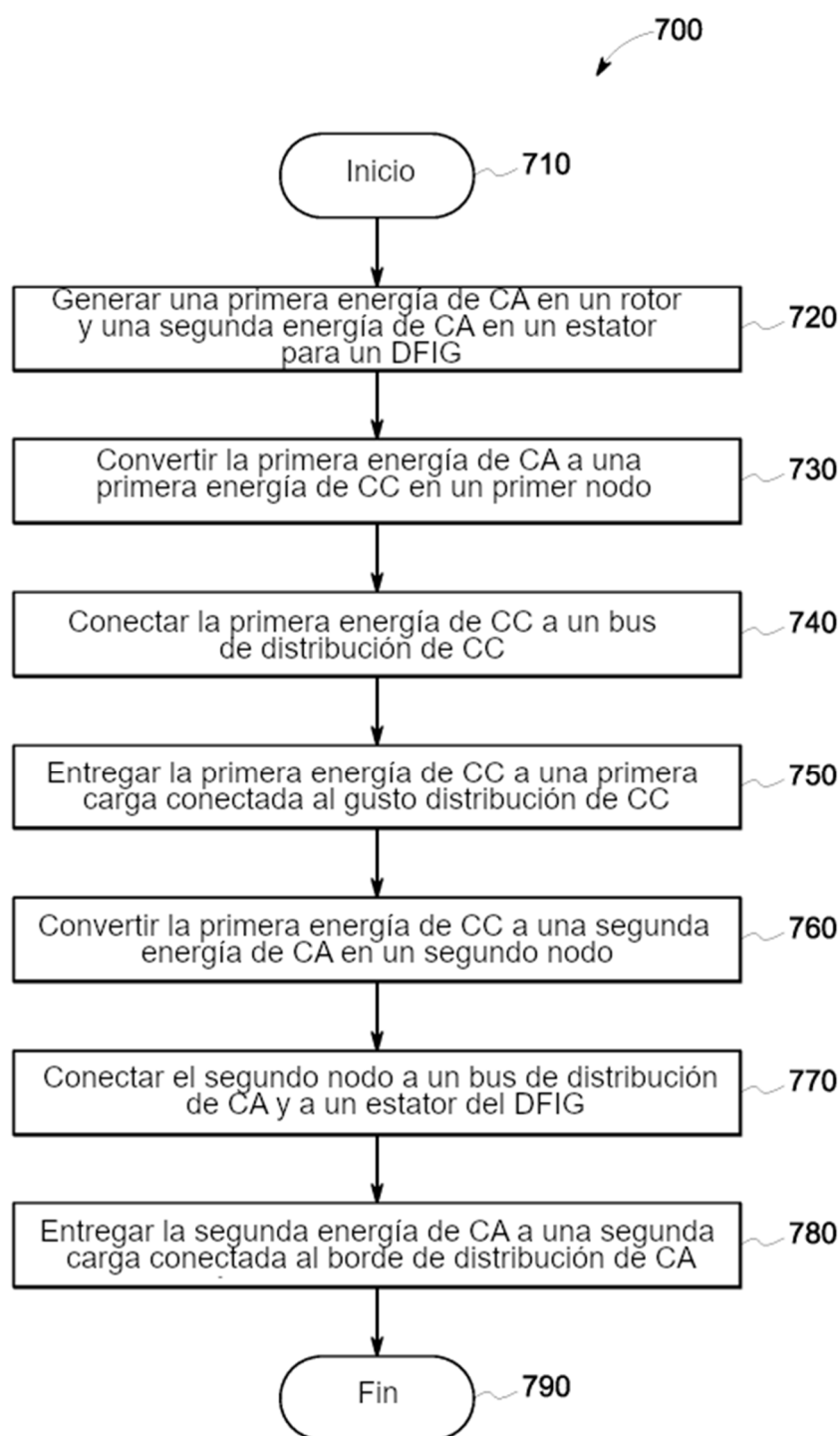


FIG. 7