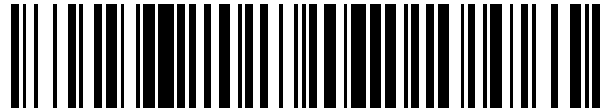


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 129**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2006 E 06251329 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015 EP 1707807**

54 Título: **Procedimientos y aparatos para conversión de potencia del control del paso**

30 Prioridad:

15.03.2005 US 80017

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

16.07.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HARBOURT, CYRUS DAVID;
MULIUS, JEFFREY ALAN;
RIDENOUR, AMY MARLENE;
WANNER, DAVID GERARD, JR.;
EDMUNDS, HOWARD ROSS y
WILKINSON, ANDREW SCOTT**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 541 129 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

Procedimientos y aparatos para conversión de potencia del control del paso

La presente invención versa, en general, acerca del control de motores de CC y, más en particular, acerca de procedimientos y aparatos que son particularmente útiles para controlar de forma eficaz motores de paso de CC en turbinas eólicas.

Recientemente, las turbinas eólicas han recibido mayor atención como una fuente de energía alternativa medioambientalmente segura y relativamente económica. Con este creciente interés, se han realizado esfuerzos considerables para desarrollar turbinas eólicas que sean fiables y eficaces.

En general, una turbina eólica incluye un rotor que tiene múltiples palas. El rotor está montado en un alojamiento o góndola, que está colocado encima de un armazón o torre tubular. Las turbinas eólicas válidas para la red eléctrica (es decir, turbinas eólicas diseñadas para proporcionar energía eléctrica a una red de distribución eléctrica) pueden tener rotores grandes (por ejemplo, 30 o más metros de diámetro). Las palas en estos rotores transforman energía eólica en un par o fuerza rotacional que acciona uno o más generadores, acoplados rotacionalmente al rotor a través de una caja de engranaje o acoplados directamente al rotor. La caja de engranajes, cuando está presente, aumenta la velocidad rotacional inherentemente baja del rotor de la turbina para que el generador convierta de forma eficaz la energía mecánica en energía eléctrica, que es suministrada a una red de distribución eléctrica.

En una turbina eólica de paso controlado, se utiliza un controlador electrónico junto con un mecanismo de paso de pala para regular el paso de las palas en torno a sus ejes longitudinales respectivos para controlar la potencia de salida de la turbina eólica. Se proporcionan motores para regular el paso de las palas mientras gira el rotor.

Se requieren algunos sistemas nuevos de implementación de la regulación del paso para regenerar continuamente. Por ejemplo, el uso de sistemas de transmisión de control del paso en turbinas eólicas con uno o más enlaces de CC como un enlace intermedio entre la fuente y la carga requiere que el o los enlaces de CC absorban energía regenerativa en algunas condiciones. Por ejemplo, se puede requerir que uno o más enlaces de CC suministrados por una fuente de diodos absorban energía regenerativa cuando desaceleran los motores de transmisión de paso. El requerimiento de absorber energía regenerativa continuamente es nuevo y no se cree que haya sido abordado por configuraciones conocidas anteriormente de sistemas de paso de turbinas eólicas.

En el documento US-A-5 907 192 se utiliza energía rotacional almacenada en una turbina eólica operativa de velocidad variable para regular el paso de las palas y frenar la turbina eólica en el caso de una avería de la red de distribución eléctrica.

En un aspecto de la presente invención existe un procedimiento para alimentar un sistema de transmisión de motor de paso para al menos un motor de paso de CC de una turbina eólica, en el que el al menos un motor de paso de CC acciona una transmisión de paso variable de pala. El procedimiento incluye rectificar una tensión utilizando un circuito puente para suministrar, de ese modo, una tensión de enlace de CC a un puente que comprende dispositivos activos de conmutación configurados para conmutar la tensión de enlace de CC, configurar dicho puente de dispositivos activos de conmutación para conmutar la tensión de enlace de CC y suministrar la tensión conmutada de enlace de CC al al menos un motor de paso de CC y utilizar al menos un condensador de enlace conectado a dicho puente de dispositivos activos de conmutación para aplanar la tensión de enlace de CC y actuar como fuente y receptor de energía para el o los motores de paso de CC.

En otro aspecto de la presente invención existe un sistema para suministrar potencia a al menos un motor de paso de CC de una turbina eólica, en el que el al menos un motor de paso de CC acciona una transmisión de paso variable de pala. El sistema incluye un circuito puente acoplado a una fuente de potencia y configurado para suministrar una tensión rectificadora de enlace de CC a un puente que comprende dispositivos activos de conmutación. El puente de dispositivos activos de conmutación está configurado para conmutar la tensión de enlace de CC y suministrar la tensión conmutada de enlace de CC al o a los motores de paso de CC. Al menos un condensador de enlace está conectado al puente de dispositivos activos de conmutación en el circuito y está configurado para aplanar la tensión de enlace de CC y actuar como fuente y receptor de energía para el o los motores de paso de CC.

Por lo tanto, será evidente que diversas configuraciones de realizaciones de la presente invención logran ventajas en el coste, la fiabilidad y/o la disponibilidad del sistema, en particular cuando se utiliza en sistemas de control del paso de turbinas eólicas. Además, algunas configuraciones de realizaciones de la presente invención utilizadas en sistemas de control del paso de turbinas eólicas pueden estar configuradas para proporcionar, de forma ventajosa, un intercambio de energía entre sistemas de transmisión de motor de paso en un único bus de CC y/o proporcionar otras formas de disipar energía regenerativa en sistemas de transmisión de un único motor de paso y/o permitir, de forma ventajosa, un intercambio de energía entre convertidores de potencia de control del paso. El intercambio de energía durante la operación plantea ventajas con respecto a una operación de un único convertidor, al permitir una reducción o minimización del número y del valor nominal de las resistencias y los condensadores de enlace de CC de frenado dinámico.

La Figura 1 es un dibujo de una configuración ejemplar de una turbina eólica.

La Figura 2 es una vista recortada en perspectiva de una góndola de la configuración ejemplar de turbina eólica mostrada en la Figura 1.

5 La Figura 3 es un diagrama de bloques de una configuración ejemplar de un sistema de control para la configuración de turbina eólica mostrada en la Figura 1.

La Figura 4 es un diagrama esquemático de bloques representativo de algunas configuraciones del sistema de conversión de potencia de control del paso de realizaciones de la presente invención.

10 La Figura 5 es un diagrama esquemático de bloques representativo de algunas configuraciones de sistema de conversión de potencia de control del paso de realizaciones de la presente invención en turbinas eólicas que tienen una pluralidad de motores de paso y sistemas de transmisión de motores de paso.

La Figura 6 es un diagrama esquemático de bloques representativo de algunas configuraciones del sistema de conversión de potencia de control del paso de realizaciones de la presente invención en turbinas eólicas que tienen una pluralidad de motores de paso y sistemas de transmisión de motores de paso y que tienen una resistencia común de frenado dinámico.

15 La Figura 7 es un diagrama esquemático de bloques representativo de algunas configuraciones del sistema de conversión de potencia de control del paso de realizaciones de la presente invención en turbinas eólicas que tienen una pluralidad de motores de paso y sistemas de transmisión de motores de paso y en el que un conjunto de interruptores generales de entrada sustituye un puente de diodos no regenerativos.

20 La Figura 8 es un diagrama esquemático de bloques representativo de algunas configuraciones del sistema de conversión de potencia de control del paso de realizaciones de la presente invención similares a las de la Figura 7, pero con una fuente MOSFET regenerativa individual proporcionada para cada transmisión de paso.

25 En algunas configuraciones y con referencia a la Figura 1, una turbina eólica 100 en algunas configuraciones comprende una góndola 102 que aloja un generador (no mostrado en la Figura 1). La góndola 102 está montada encima de una torre alta 104, mostrándose solo una porción de la misma en la Figura 1. La turbina eólica 100 también comprende un rotor 106 que incluye una pluralidad de palas 108 de rotor fijadas a un buje giratorio 110. Aunque la turbina eólica 100 ilustrada en la Figura 1 incluye tres palas 108 de rotor, no existen límites específicos acerca del número requerido de palas 108 de rotor.

30 En algunas configuraciones y con referencia a la Figura 2, hay alojados diversos componentes en la góndola 102 encima de la torre 104 de la turbina eólica 100. La altura de la torre 104 está seleccionada en función de factores y condiciones conocidos en la técnica. En algunas configuraciones, se utilizan uno o más microcontroladores en el panel 112 de control que comprenden un sistema de control para una monitorización y un control generales del sistema, incluyendo una regulación del paso y de la velocidad, una aplicación de eje de alta velocidad y de frenado de guiñada, una aplicación del motor de guiñada y de bomba y una monitorización de averías. En algunas configuraciones se utilizan arquitecturas alternativas de control distribuido o centralizado.

35 En algunas configuraciones, el sistema de control proporciona señales de control a una transmisión 114 de paso variable de pala (que incluye una transmisión de motor de paso de CC, no mostrado en la Figura 2) para controlar el paso de las palas 108 (tampoco mostrado en la Figura 2) que accionan el buje 110 como resultado del viento. En algunas configuraciones, el buje 110 recibe tres palas 108, pero otras configuraciones pueden utilizar cualquier número de palas. En algunas configuraciones, se controlan individualmente los pasos de las palas 108 por medio de la transmisión 114 del paso de la pala. El buje 110 y las palas 108 comprenden conjuntamente el rotor 106 de la turbina eólica.

40 El árbol de transmisión de la turbina eólica incluye un eje rotor principal 116 (también denominado "eje de baja velocidad") conectado al buje 110 y a una caja 118 de engranajes que, en algunas configuraciones, utiliza una geometría de doble vía para accionar un eje de alta velocidad protegido en el interior de la caja 118 de engranajes. El eje de alta velocidad (no mostrado en la Figura 2) es utilizado para accionar un primer generador 120 que está soportado por el bastidor principal 132. En algunas configuraciones, el par del rotor es transmitido por medio de un acoplamiento 122. El primer generador 120 puede ser de cualquier tipo adecuado, por ejemplo y sin limitación, un generador de inducción de rotor devanado. Otro tipo adecuado a modo de ejemplo no limitante es un generador de múltiples polos que puede funcionar a la velocidad del eje de baja velocidad en una configuración de transmisión directa, sin requerir una caja de engranajes.

45 La transmisión 124 de guiñada y la plataforma 126 de guiñada proporcionan un sistema de orientación de guiñada para la turbina eólica 100. En algunas configuraciones, el sistema de orientación de guiñada está controlado y accionado eléctricamente por medio del sistema de control según la información recibida de los sensores utilizados para medir el desplazamiento del plato del eje, como se describe a continuación. Bien de forma alterna o bien 55 adicional a los sensores de medición del desplazamiento del plato, algunas configuraciones utilizan una veleta 128

para proporcionar información para el sistema de orientación de guiñada. El sistema de guiñada está montado en un plato proporcionado encima de una torre 104.

En algunas configuraciones y con referencia a la Figura 3, un sistema 300 de control para una turbina eólica 100 incluye un bus 302 u otro dispositivo de comunicaciones para comunicar información. El o los procesadores 304 están acoplados al bus 302 para procesar información, incluyendo información procedente de los sensores configurados para medir desplazamientos o momentos. El sistema 300 de control incluye, además, memoria 306 de acceso aleatorio (RAM) y/u otro u otros dispositivos 308 de almacenamiento. La RAM 306 y el o los dispositivos 308 de almacenamiento están acoplados al bus 302 para almacenar y transferir información e instrucciones que han de ser ejecutadas por el o los procesadores 304. La RAM 306 (y también el o los dispositivos 308 de almacenamiento, si hace falta) también puede ser utilizada para almacenar variables temporales u otra información intermedia durante la ejecución de instrucciones por medio del o de los procesadores 304. El sistema 300 de control también puede incluir memoria de solo lectura (ROM) y/u otro dispositivo 310 de almacenamiento estático, que está acoplado al bus 302 para almacenar y proporcionar instrucciones e información estáticas (es decir, no cambiantes) al o a los procesadores 304. El o los dispositivos 312 de entrada/salida pueden incluir cualquier dispositivo conocido en la técnica para proporcionar datos de entrada al sistema 300 de control y para proporcionar salidas de control de la guiñada y de control del paso. Se proporcionan instrucciones a la memoria desde un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco magnético, un circuito integrado de memoria de solo lectura (ROM), CD-ROM, DVD, por medio de una conexión remota que es bien alámbrica o bien inalámbrica que proporciona acceso a uno o más medios accesibles electrónicamente, etc. En algunas realizaciones, se puede utilizar circuitería cableada en lugar de instrucciones de soporte lógico, y/o en combinación con las mismas. Por lo tanto, la ejecución de secuencias de instrucciones no está limitada a ninguna combinación específica de circuitería de soporte físico ni a instrucciones de soporte lógico. La interfaz 314 de los sensores es una interfaz que permite que el sistema 300 de control se comunique con uno o más sensores. La interfaz 314 de los sensores puede ser, por ejemplo, uno o más convertidores de analógico a digital, o puede comprender los mismos, que convierten señales analógicas en señales digitales que pueden ser utilizadas por el o los procesadores 304.

En algunas configuraciones de realizaciones de la presente invención y con referencia a la Figura 4, un sistema 400 de transmisión de un único motor de paso está alimentado desde una fuente (no mostrada) de alimentación utilizando un transformador (tampoco mostrado) acoplado operativamente a un puente 402 de diodos no regenerativos que rectifica una tensión en el secundario del transformador y que suministra una tensión de enlace de CC a un puente H 404 que comprende cuatro dispositivos activos 406 de conmutación, por ejemplo, MOSFET en paralelo o IGBT individuales o en paralelo. Al menos un condensador 408 de enlace de CC aplanar la tensión V_{DL} de enlace de CC y actúa como fuente y receptor de energía para un motor 410 de CC en serie, que acciona la transmisión 114 de paso variable de pala (que se muestra en la Figura 2). También se proporciona un sistema 412 de paso de emergencia que comprende al menos una batería 414 y contactores 416 en algunas configuraciones para regular el paso de las palas de la turbina eólica (no mostrada en la Figura 1) hasta una posición en bandolera cuando no está disponible de otra manera la potencia de CC.

El sistema 400 de la Figura 4 tiene algo de capacidad para absorber energía regenerativa del motor 410 de CC en serie. Por lo tanto, el sistema 400 de transmisión de un único motor de paso es suficiente para aplicaciones que requieren que se regule el paso de las palas 108 hasta un ángulo deseado y que luego lleven a cabo ajustes muy pequeños del ángulo de paso mientras la turbina eólica 100 está operando.

En algunas configuraciones de la turbina eólica 100, un controlador del paso podría requerir que la o las posiciones de la pala cambien significativamente durante cada revolución del buje 110 y, por lo tanto, requerir que el sistema 400 de transmisión de motor de paso disipe continuamente energía regenerativa. Por lo tanto, algunas configuraciones (pero no necesariamente todas) del sistema 400 de transmisión de motor de paso están dotadas, además, de al menos una o más resistencias 418 de frenado dinámico (DB) que se utilizan para disipar energía regenerativa del motor 410. La o las resistencias 418 de frenado dinámico están acopladas eléctricamente al enlace 419 de CC por medio de un interruptor general 420 (MOSFET o IGBT) cuando aumenta la tensión V_{DL} de enlace de CC hasta un límite predefinido. Este enfoque ha sido utilizado en el pasado por General Electric en algunas transmisiones de motor de inducción de baja y media tensión.

Algunas configuraciones de sistemas de control del paso para turbinas eólicas tienen requisitos medioambientales exclusivos que hacen que la disipación de energía regenerativa en las resistencias de frenado dinámico sea una desventaja. Por lo tanto, algunas configuraciones (pero no necesariamente todas) del sistema 400 de transmisión de motor de paso también están dotadas de condensadores adicionales 408 añadidos al enlace 419 de CC para permitir, de forma ventajosa, que la tensión V_{DL} de enlace permanezca dentro de los límites predefinidos sin una disipación excesiva de la potencia ni un calentamiento concomitante del entorno cerca del sistema 400 de transmisión de motor de paso.

En algunas configuraciones de turbinas eólicas 100, se utilizan múltiples sistemas 400 de transmisión de motor de paso para regular el paso de distintas palas 108. Cada sistema 400 de transmisión de motor de paso está desacoplado de los otros por medio de transformadores de entrada (no mostrados en las Figuras), que aíslan cada puente fuente 422 basado en diodos de la alimentación 424 de CA trifásica de la red de distribución eléctrica.

5 En algunas configuraciones y con referencia a la Figura 5, se evitan un calor adicional en el buje 110 de la turbina eólica producido por las resistencias 418 de frenado dinámico y un mayor recuento de piezas resultante de múltiples condensadores 408 de enlace de CC y/o de resistencias de frenado dinámico. Más en particular, se comparten un enlace 419 de CC y una tensión V_{DL} de enlace de CC entre una pluralidad de motores 410 de paso y sistemas 400 de transmisión. Por ejemplo, tres sistemas 400 tales comparten un enlace común 419 de CC en la configuración representada en la Figura 5. El enlace común 419 de CC permite un intercambio de energía entre los sistemas 400.

10 En algunas configuraciones de realizaciones de la presente invención representadas por la Figura 5, una pluralidad de sistemas 400 de transmisión de paso están interconectados con un enlace común 419 de CC, y se proporcionan resistencias individuales 418 de DB para cada uno de la pluralidad de sistemas 400 de transmisión de motor de paso. La interconexión proporcionada por el enlace 419 de CC permite que las resistencias 418 de DB tengan un menor valor nominal de disipación de potencia de lo que sería necesario en otro caso. Algunas configuraciones proporcionan múltiples condensadores 408 de enlace de CC. En tales configuraciones, un intercambio de energía entre los múltiples sistemas 400 de transmisión de motor de paso permite una reducción de la capacitancia total en el enlace común 419 de CC y reduce el valor nominal requerido para las resistencias 418 de DB.

15 En algunas configuraciones de realizaciones de la presente invención y con referencia a la Figura 6, se proporciona una resistencia común 418 de DB. Algunas configuraciones también proporcionan un interruptor general común 420 utilizado para controlar la magnitud de la corriente a través de la resistencia 418 de DB.

20 En algunas configuraciones de realizaciones de la presente invención y con referencia a la Figura 7, se puede evitar la necesidad de añadir resistencias 418 de DB o una pluralidad de condensadores 408 de enlace de CC añadiendo una fuente regenerativa para la tensión V_{DL} de enlace de CC. Por ejemplo, la configuración ejemplar representada en la Figura 7 está configurada para absorber toda la energía regenerativa que no circula entre los sistemas 400 de transmisión de motor de paso utilizando un conjunto 700 de interruptores generales 420 de entrada que sustituye un puente 402 de diodos no regenerativos. De esta manera, se regula la tensión V_{DL} de enlace de CC aplicada a todos los sistemas 400 de transmisión de motor de paso.

25 En algunas configuraciones y con referencia a la Figura 8, se proporciona un circuito 800 que tiene un puente fuente MOSFET regenerativo 700 separado que utiliza MOSFET 420 para cada transmisión de paso. Se pueden utilizar dispositivos IGBT en vez de MOSFET 420 si se desea más valor nominal. El circuito ilustrado en la Figura 7 difiere del de la Figura 8 porque el circuito de la Figura 7 es más rentable, en general, y utiliza una única fuente regenerativa configurada para absorber toda la energía regenerativa, o la mayor parte de la misma, que no circula entre los sistemas de transmisión de motor de paso. En el circuito 800 de la Figura 8, se proporcionan derivaciones separadas 802, 804, 806 para un control del paso del eje 1, un control del paso del eje 2 y un control del paso del eje 3, respectivamente.

35 Por lo tanto, en algunas configuraciones de realizaciones de la presente invención, las transmisiones de motores para uno o más (por ejemplo, tres) motores de paso pueden comprender MOSFET o IGBT. Se proporcionan fuentes no regenerativas en algunas configuraciones para uno o más motores de paso, mientras que en otras configuraciones se proporcionan fuentes regenerativas que comprenden MOSFET o IGBT. En algunas configuraciones, se proporciona una única fuente (por ejemplo, una fuente regenerativa) para una pluralidad de motores de paso (por ejemplo, tres motores de paso), mientras que en algunas configuraciones, se proporciona una fuente individual (por ejemplo, una fuente regenerativa) para cada motor individual de paso.

40 El uso de sistemas de transmisión de control del paso con un enlace de CC como un enlace intermedio entre la fuente y la carga requiere, en algunas configuraciones, que el enlace de CC absorba energía regenerativa en algunas condiciones, tal como cuando desaceleran los motores cuando el o los enlaces de CC son suministrados por una fuente de diodos. Como puede apreciarse por las configuraciones ejemplares expuestas en la presente memoria, las configuraciones de diversas realizaciones de la presente invención absorben, de forma ventajosa, esta energía utilizando condensadores y/o resistencias conmutadas en el enlace de CC y/o utilizando una fuente activa completamente regenerativa de tensión de CC.

45 Aunque se ha descrito la invención en términos de diversas realizaciones específicas, los expertos en la técnica reconocerán que se puede poner en práctica la invención con modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones.

50 **Lista de piezas**

turbina eólica	100
góndola	102
torre alta	104
rotor de turbina eólica	106

ES 2 541 129 T3

tres palas	108
buje	110
panel de control	112
transmisión de paso variable de pala	114
eje rotor principal	116
caja de engranajes	118
primer generador	120
acoplamiento	122
transmisión de guiñada	124
plataforma de guiñada	126
veleta	128
bastidor principal	132
sistema de control	300
bus	302
procesador/es	304
memoria (RAM)	306
dispositivo/s	308
dispositivo de almacenamiento estático	310
dispositivo/s	312
interfaz de los sensores	314
sistema de transmisión de motor de paso	400
punto de diodos no regenerativos	402
punto H	404
cuatro dispositivos activos de conmutación	406
múltiples condensadores de enlace de CC	408
motor de CC en serie	410
sistema de paso de emergencia	412
batería	414
contactores	416
resistencia/s	418
enlace común de CC	419
interruptores de entrada de potencia	420
punto fuente basada en diodos	422
alimentación de CA trifásica de la red de distribución eléctrica	424
punto fuente MOSFET regenerativo	700

circuito	800
derivaciones separadas	802

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para alimentar un sistema (400) de transmisión de motor de paso para al menos un motor (410) de paso de CC de una turbina eólica (100), en el que dicho al menos un motor de paso de CC acciona una transmisión de paso variable de pala;

5 comprendiendo dicho procedimiento:
 rectificar una tensión utilizando un circuito puente (402) para suministrar, de ese modo, una tensión rectificadora (419) de enlace de CC a un puente (404) que comprende dispositivos activos (406) de conmutación configurados para conmutar la tensión de enlace de CC;
 10 configurar dicho puente (404) de dispositivos activos de conmutación para conmutar la tensión (419) de enlace de CC y suministrar la tensión conmutada de enlace de CC al al menos un motor (410) de paso de CC; y
 utilizar al menos un condensador (408) de enlace conectado a dicho puente (404) de dispositivos activos de conmutación para aplanar la tensión (419) de enlace de CC y actuar como fuente y receptor de energía para el al menos un motor (410) de paso de CC.
2. Un procedimiento según la Reivindicación 1, que comprende, además, el uso de al menos una resistencia (418) de frenado dinámico para disipar energía regenerativa del al menos un motor (410) de paso de CC y utilizar una pluralidad de condensadores (408) de enlace para aplanar la tensión de enlace de CC y actuar como fuente y receptor de energía del al menos un motor de paso de CC.
3. Un procedimiento según la Reivindicación 1 o 2, en el que la turbina eólica (100) comprende una pluralidad de motores (410) de paso de CC, accionado cada uno por medio de un sistema independiente (400) de transmisión de motor de paso, y dicho procedimiento comprende, además, compartir la tensión de enlace de CC entre una pluralidad de sistemas de transmisión de motor de paso.
4. Un sistema para suministrar potencia al al menos un motor (410) de paso de CC de una turbina eólica (100), en el que dicho al menos un motor de paso de CC acciona una transmisión de paso variable de pala;

25 comprendiendo dicho sistema:
 un circuito puente (402) acoplado a una fuente de potencia y configurado para suministrar una tensión rectificadora (419) de enlace de CC a un puente (404) que comprende dispositivos activos (406) de conmutación; configurado dicho puente (404) de dispositivos activos (406) de conmutación para conmutar la tensión (419) de enlace de CC y suministrar la tensión conmutada de enlace de CC al al menos un motor (410) de paso de CC;
 y
 30 al menos un condensador (408) de enlace conectado a dicho puente (404) de dispositivos activos de conmutación en el circuito; configurado dicho condensador de enlace para aplanar la tensión (419) de enlace de CC y actuar como fuente y receptor de energía para el al menos un motor de paso de CC.
5. Un sistema según la Reivindicación 4, que comprende, además, al menos una resistencia (418) de frenado dinámico en el circuito y configurada para disipar energía regenerativa del sistema de transmisión de motor de paso.
6. Un sistema según la Reivindicación 4 o 5, que tiene una pluralidad de motores (410) de paso de CC accionados por sistemas independientes (400) de transmisión de motor de paso, y configurado dicho sistema para compartir la tensión de enlace de CC entre dicha pluralidad de sistemas de transmisión de motor de paso.
7. Una turbina eólica (100) que comprende un rotor (106) que tiene al menos una pala (108) acoplado operativamente al al menos un motor (410) de paso de CC, y un sistema de potencia, según se reivindica en la reivindicación 4.
8. Una turbina eólica (100) según la Reivindicación 7, en la que dicho sistema de potencia comprende, además, al menos una resistencia (418) de frenado dinámico configurada para disipar energía regenerativa.
9. Una turbina eólica (100) según la Reivindicación 7 u 8, en la que dicho sistema de potencia comprende, además, una pluralidad de dichos condensadores (408) de enlace configurados para aplanar la tensión de enlace de CC y actuar como fuente y receptor de energía.
10. Una turbina eólica (100) según una cualquiera de las Reivindicaciones 7 a 9, que tiene una pluralidad de dichas palas (108), acoplada cada una operativamente a uno de una pluralidad de motores (410) de paso de CC accionados por sistemas independientes (400) de transmisión de motor de paso que están configurados para compartir la tensión de enlace de CC entre dicha pluralidad de motores de paso de CC.

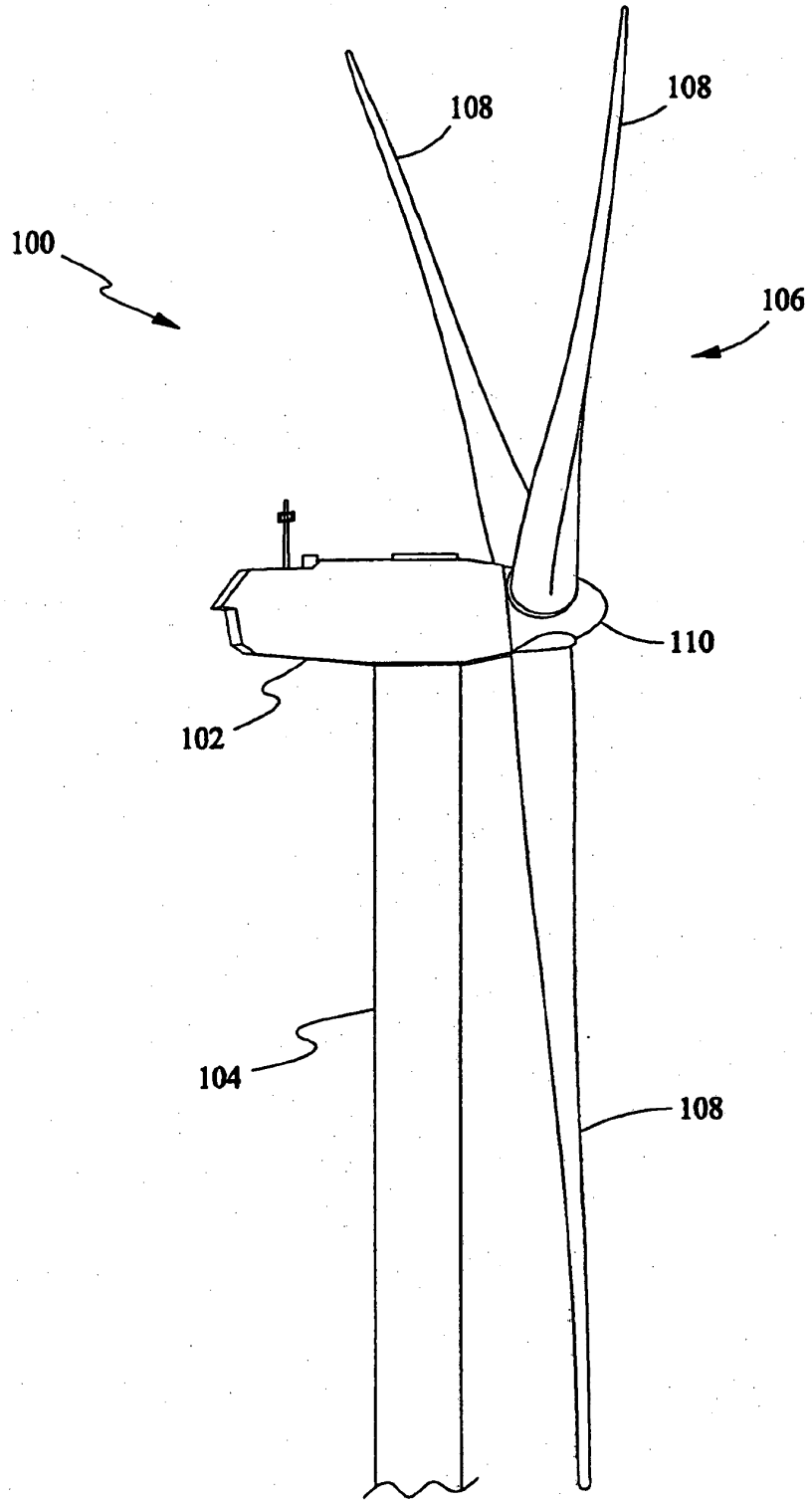


FIG. 1

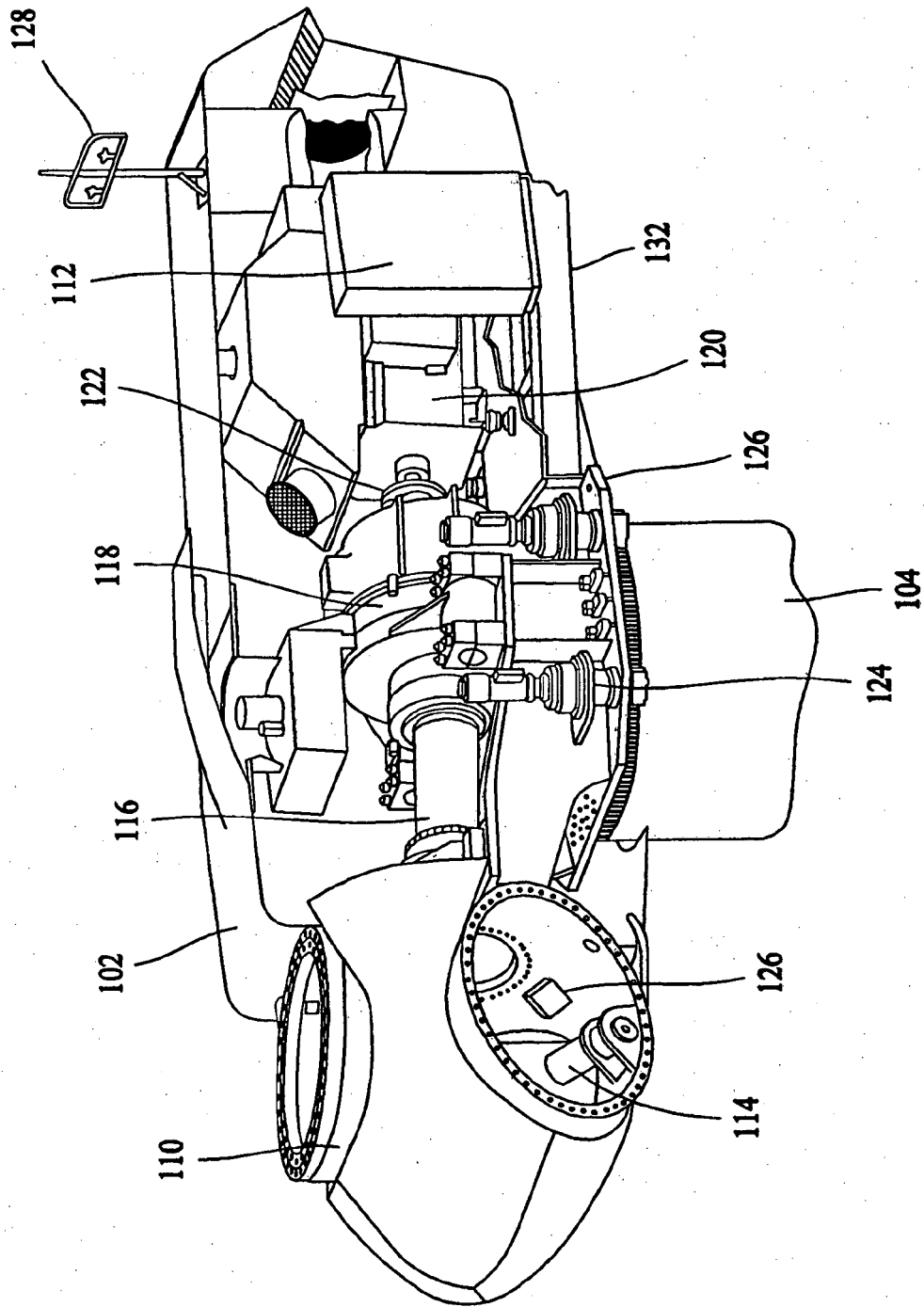


FIG. 2

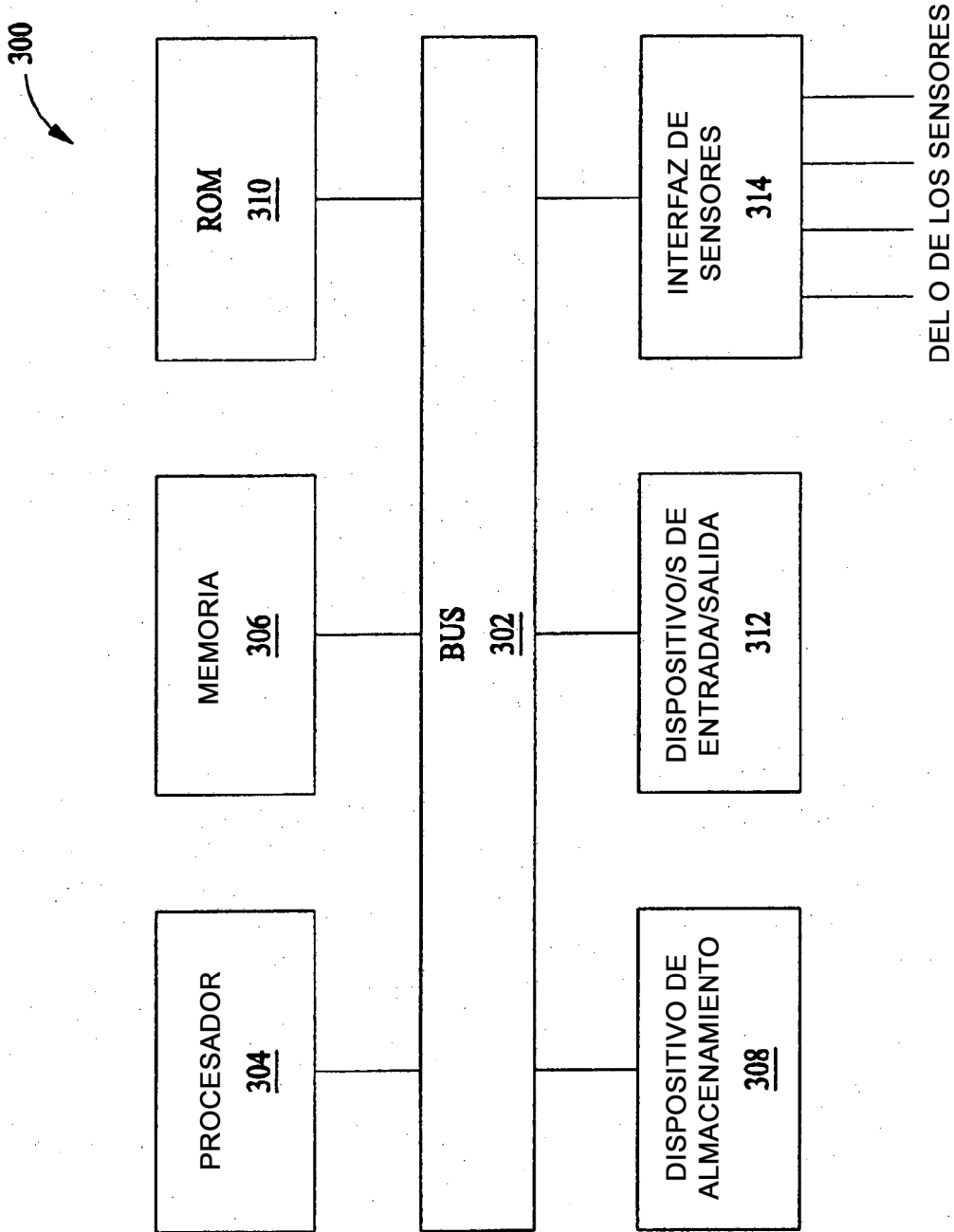


FIG. 3

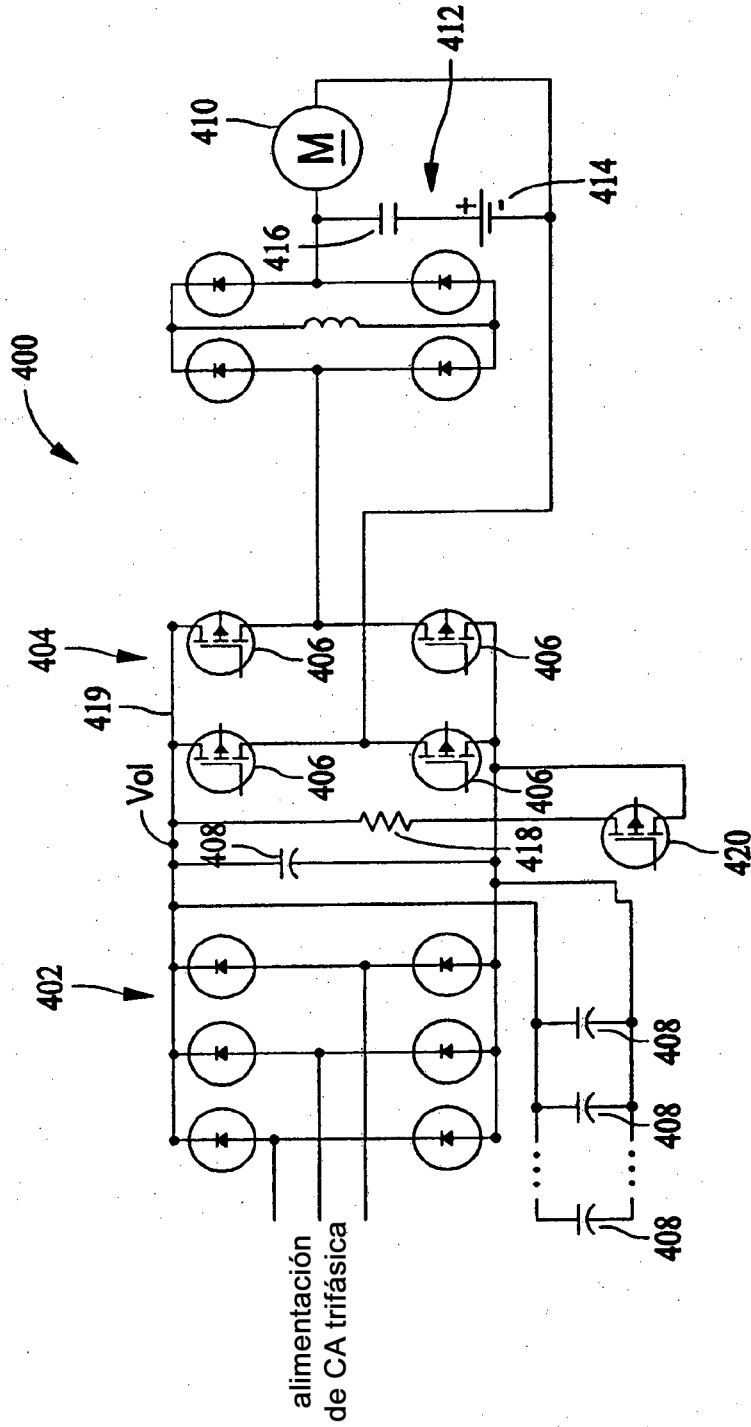


FIG. 4

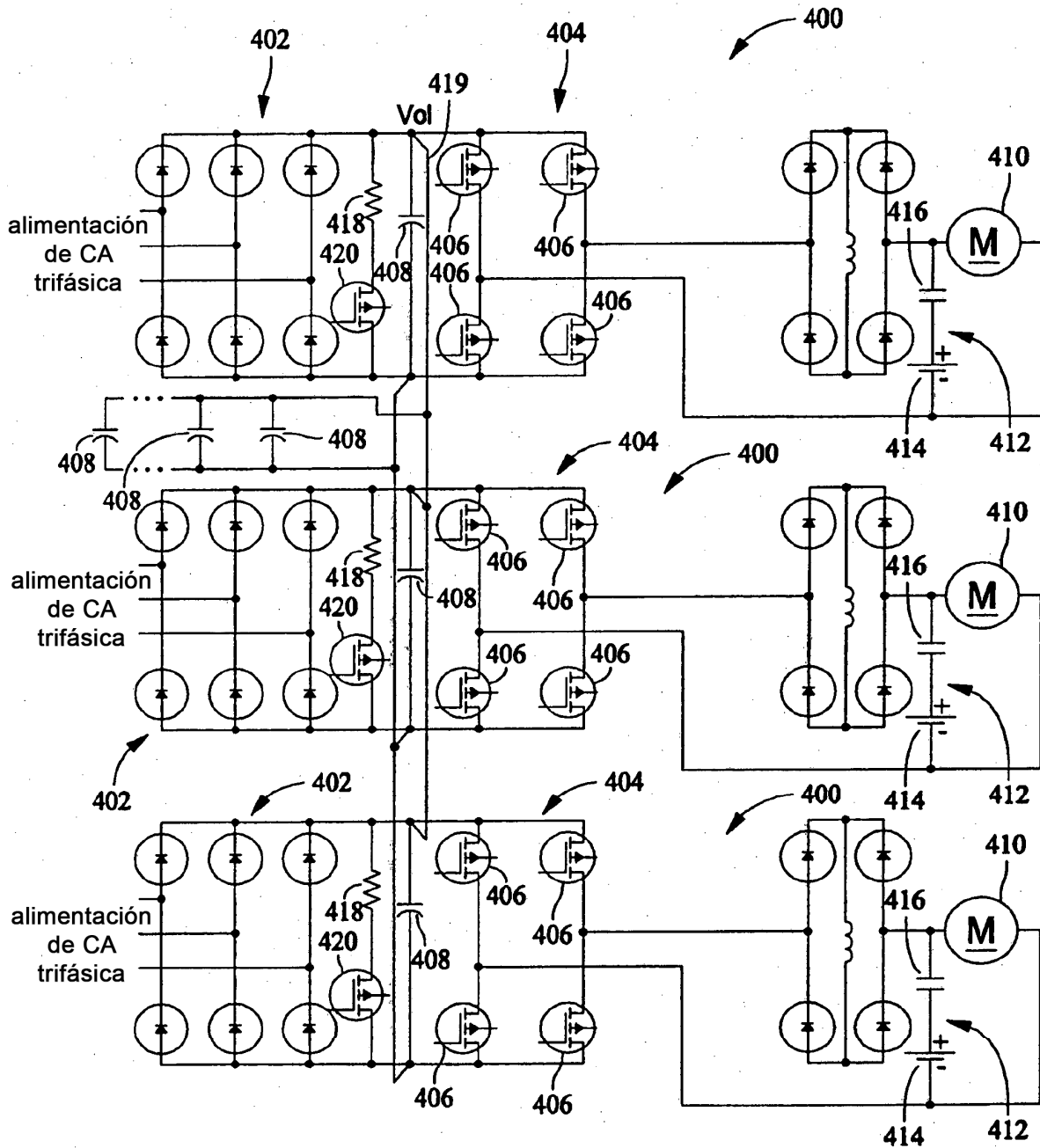


FIG. 5

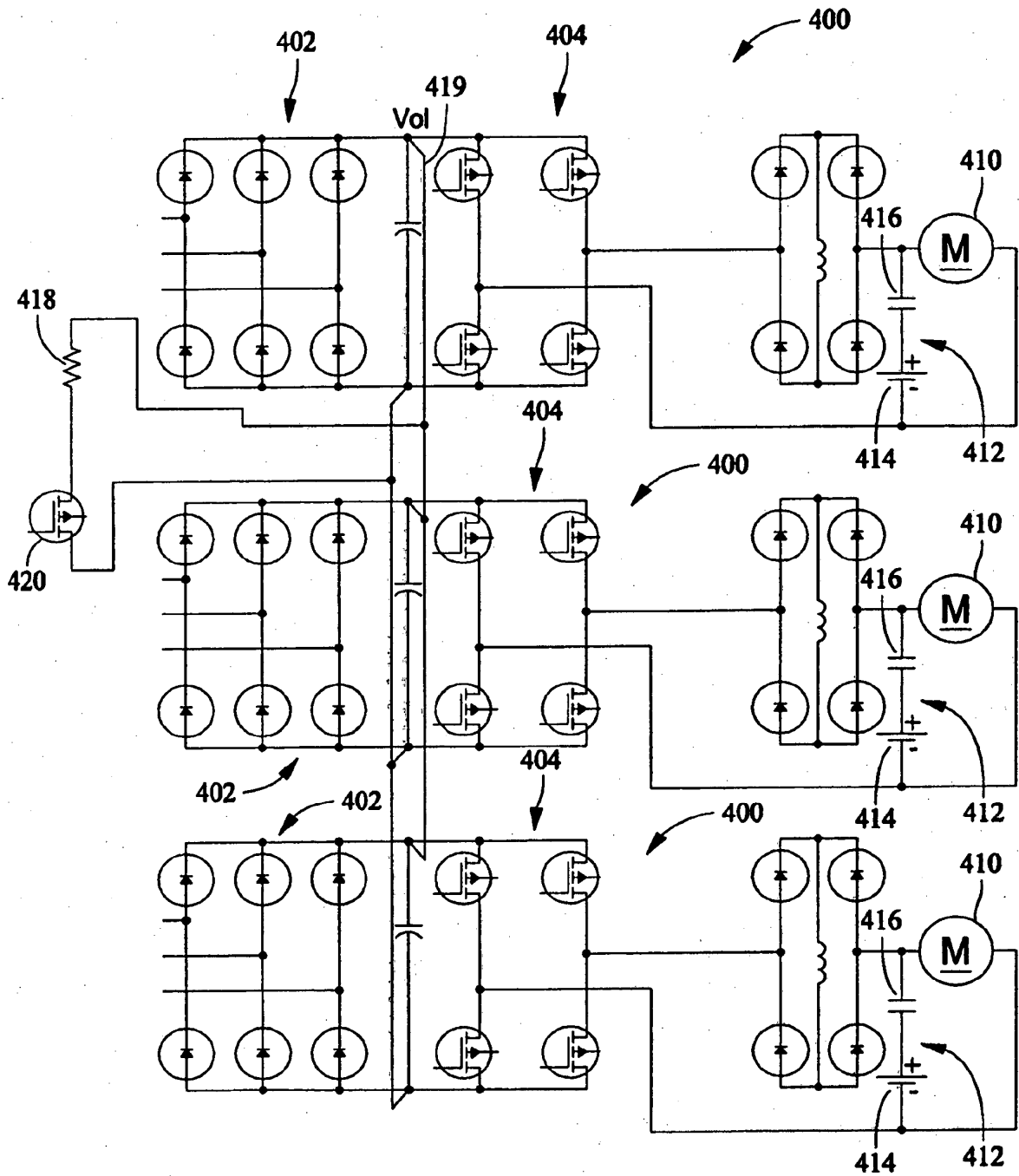


FIG. 6

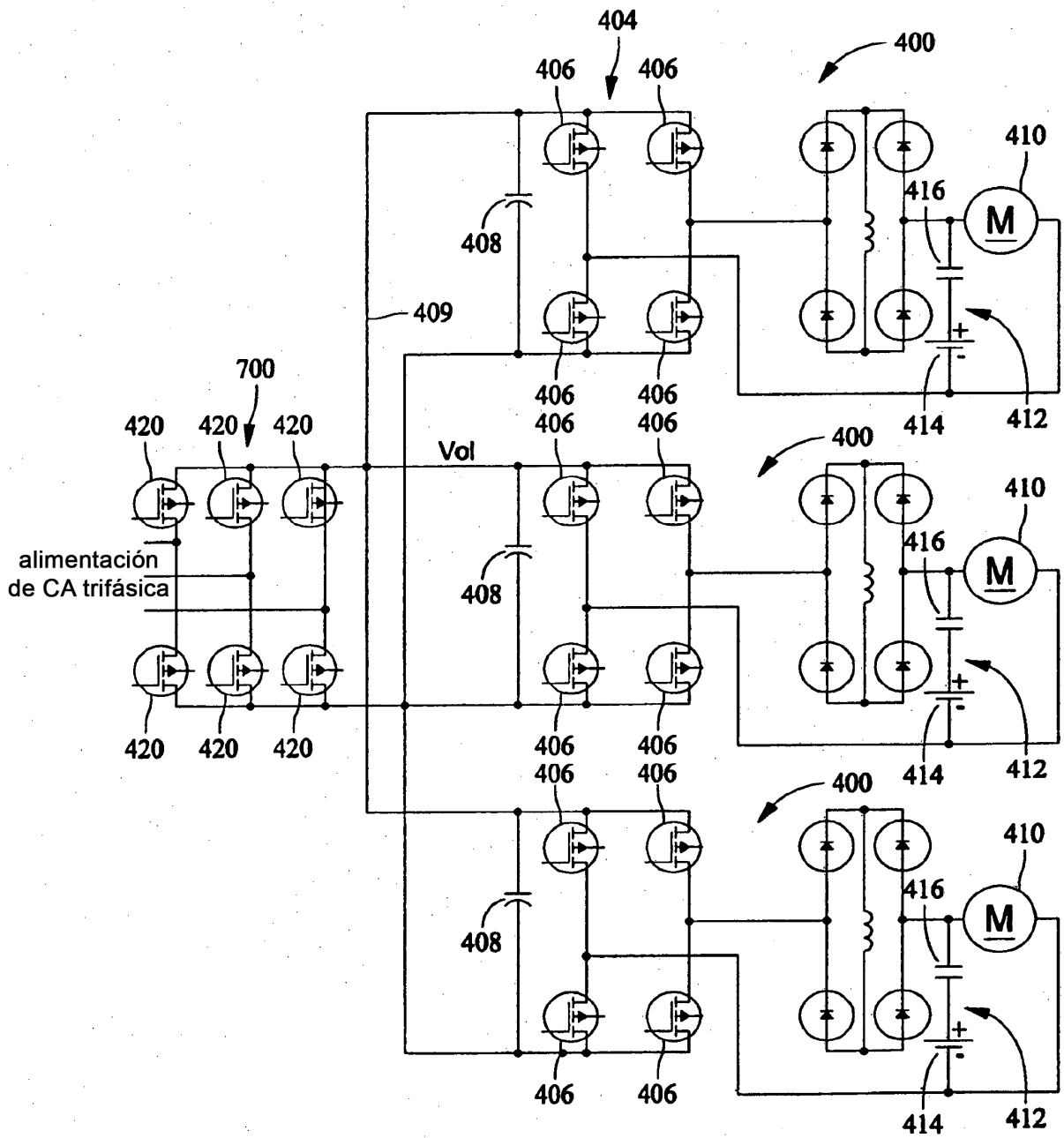


FIG. 7

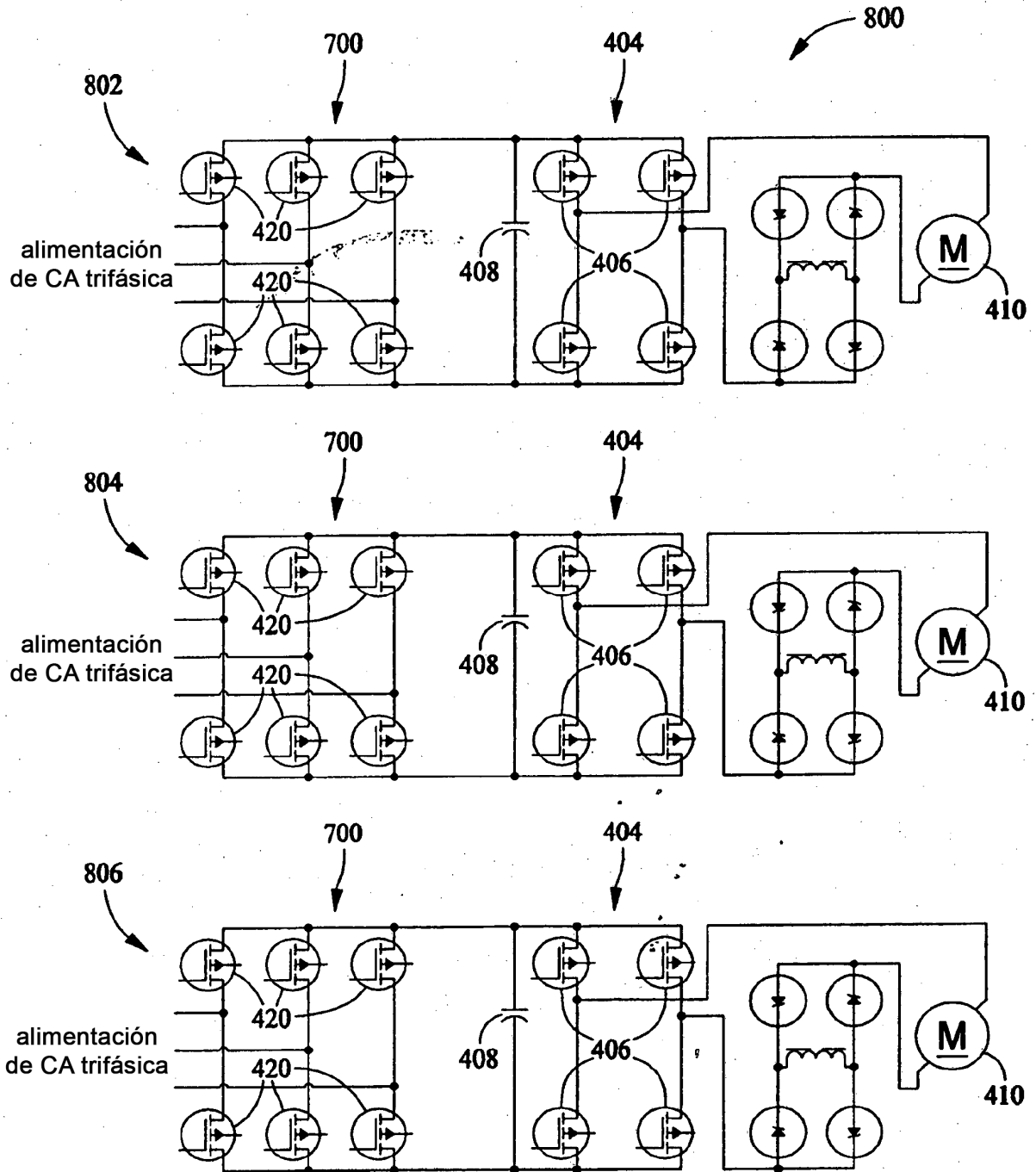


FIG. 8