(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 884 358**

(51) Int. CI.:

F03D 7/02 (2006.01)
F03D 17/00 (2006.01)
H02H 3/20 (2006.01)
H02H 7/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2017 E 17159735 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.05.2021 EP 3222847**

(54) Título: **Sistema de ajuste de pitch eólico**

(30) Prioridad:

21.03.2016 CN 201610159531

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.12.2021

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

SHEN, LONGHUI;
MELIUS, JEFFREY ALAN y
WANG, CHENGJUN

(74) Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

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 ajuste de pitch eólico

[0001] La presente materia se refiere en general a sistemas de turbina eólica y más en particular al control de sistemas de control de pitch eólico asociados con un sistema de turbina eólica.

[0002] La energía eólica se considera una de las fuentes de energía más limpias y más respetuosas con el medio ambiente actualmente disponibles, y a este respecto se ha incrementado la atención que atraen las turbinas eólicas. Una turbina eólica moderna incluye típicamente una torre, un generador, una multiplicadora, una góndola y una o más palas de rotor. Las palas de rotor captan energía cinética del viento usando principios aerodinámicos conocidos y transmiten la energía cinética a través de energía de rotación para hacer girar un eje que acopla las palas de rotor a una multiplicadora o, si no se usa una multiplicadora, directamente al generador. A continuación, el generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica que se puede distribuir por una red de suministro.

[0003] Durante la operación de una turbina eólica, diversos componentes de la turbina eólica están sujetos a diversas cargas debido a las cargas de viento aerodinámicas que actúan sobre la pala. La carga de pala depende de la velocidad de viento, la velocidad específica y/o el ajuste de pitch de la pala. La velocidad específica es la relación entre la velocidad de rotación de la punta de la pala y la velocidad de viento. Puede ser deseable ajustar la operación de la turbina eólica en base a unas señales indicativas de la velocidad específica (por ejemplo, diversas lecturas de velocidad) para ajustar la carga de las palas de rotor de la turbina eólica y/o incrementar la producción de energía de la turbina eólica.

[0004] Para reducir la carga de las palas de rotor, se han diseñado diversos procedimientos y aparatos para permitir que las palas de rotor se deshagan de una parte de las cargas que experimentan. Dichos procedimientos y aparatos incluyen, por ejemplo, pitchear las palas de rotor y/o reducir el par de torsión del generador durante la operación. En consecuencia, muchas turbinas eólicas incluyen un controlador de turbina eólica que puede operar la turbina eólica de diversas maneras en base a la carga de la turbina eólica con la velocidad específica. Por ejemplo, en diversas condiciones de operación, la turbina eólica puede ajustar el par de torsión de un generador y/o el ángulo de pitch de las palas de rotor para ajustar la velocidad específica para alcanzar una consigna de velocidad específica deseada para incrementar la captación de energía por la turbina eólica.

[0005] El ángulo de pitch de una pala de rotor se puede controlar, por ejemplo, usando un sistema de ajuste de pitch eólico. Véase, por ejemplo, el documento EP 2 703 642. El sistema de ajuste de pitch eólico puede incluir un motor, tal como un motor de corriente continua (CC) accionado por un convertidor de CC/CC. En algunas implementaciones, un sistema de ajuste de pitch eólico incluye una fuente de CC, un circuito de control, un puente inversor y/o un banco de condensadores de bus de CC que tiene uno o más dispositivos condensadores.

[0006] La turbina eólica y/o el sistema de ajuste de pitch pueden recibir potencia desde una red eléctrica. En algunos casos, las sobretensiones causadas por diversos eventos de red, tales como un evento de respuesta ante sobretensión en red, pueden dañar diversos componentes del sistema de turbina eólica y/o el sistema de ajuste de pitch si no se toman medidas preventivas. Algunos sistemas de ajuste de pitch pueden incluir un dispositivo de frenado dinámico configurado para suprimir las sobretensiones asociadas con un evento de red.

[0007] Diversos aspectos y ventajas de los modos de realización de la presente divulgación se expondrán en parte en la siguiente descripción, o se pueden descubrir a partir de la descripción, o se pueden descubrir a través de la puesta en práctica de los modos de realización.

[0008] Las reivindicaciones adjuntas definen diversos aspectos y modos de realización de la presente invención.

[0009] Se pueden realizar variaciones y modificaciones de estos aspectos de ejemplo de la presente divulgación.

[0010] Diversas características, aspectos y ventajas de diversos modos de realización se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan en, y forman parte de, esta memoria descriptiva ilustran modos de realización de la presente divulgación y, conjuntamente con la descripción, sirven para explicar los principios relacionados.

[0011] El análisis detallado de los modos de realización dirigido a un experto en la técnica se expone en la memoria descriptiva, que hace referencia a las figuras adjuntas, en las que:

la FIG. 1 representa un sistema de turbina eólica de ejemplo de acuerdo con unos modos de realización de ejemplo de la presente divulgación;

la FIG. 2 representa un sistema de ajuste de pitch eólico de ejemplo de acuerdo con unos modos de realización de ejemplo de la presente divulgación;

la FIG. 3 representa un dispositivo de supresión de sobretensión de ejemplo asociado con un sistema de ajuste de pitch eólico de acuerdo con unos modos de realización de ejemplo de la presente divulgación; y

la FIG. 4 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo de control de un sistema de ajuste de pitch eólico de acuerdo con unos modos de realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0012] Se hace referencia en detalle ahora a unos 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 de limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de un modo de realización se pueden usar con otro modo de realización para proporcionar aún otro modo de realización. Por tanto, se pretende que la presente invención cubra dichas modificaciones y variaciones tal como aparecen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

[0013] Los aspectos de ejemplo de la presente divulgación están dirigidos a controlar un sistema de control de pitch eólico asociado con un sistema de turbina eólica en base al menos en parte a una tensión de red. Por ejemplo, un sistema de control de pitch eólico puede incluir un dispositivo de supresión de sobretensión configurado para regular el flujo de corriente a un controlador asociado con el sistema de control de pitch eólico. El dispositivo de supresión de sobretensión puede incluir un elemento de conmutación acoplado entre el controlador y la red. La operación del elemento de conmutación se puede controlar en base, al menos en parte, a la tensión de red. En particular, el dispositivo de supresión de sobretensión puede incluir además un circuito comparador configurado para encender una fuente de corriente cuando la tensión de red supera un umbral de tensión. La fuente de corriente puede controlar la operación del elemento de conmutación. Por ejemplo, cuando se enciende la fuente de corriente, el elemento de conmutación puede bloquear el flujo de corriente, y cuando se apaga la fuente de corriente, el elemento de conmutación puede permitir el flujo de corriente. De esta manera, el dispositivo de supresión de sobretensión puede permitir que la corriente fluya a través del dispositivo de supresión de sobretensión hasta el controlador cuando la tensión de red es menor que el umbral de tensión.

[0014] Más en particular, el dispositivo de supresión de sobretensión puede incluir una fuente de alimentación de corriente continua (CC), un circuito comparador y una fuente de corriente. La fuente de alimentación de CC puede incluir un circuito rectificador configurado para convertir una señal de entrada de corriente alterna (CA) en una tensión de CC aislada. La tensión aislada se puede usar para controlar la operación del elemento de conmutación. En algunas implementaciones, el elemento de conmutación puede ser un transistor de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico (MOSFET). El comparador puede estar configurado para monitorizar una tensión de entrada de la red, y para generar una señal de salida en base al menos en parte a la tensión de entrada. Por ejemplo, el circuito comparador puede estar configurado para emitir una señal lógica alta cuando la tensión de entrada es mayor que un umbral alto, y para emitir una señal lógica baja cuando la tensión de entrada es menor que un umbral bajo. En algunas implementaciones, el umbral alto y el umbral bajo pueden ser valores diferentes. Por ejemplo, el umbral alto puede ser de aproximadamente 157 voltios y el umbral bajo puede ser de aproximadamente 154. En dichas implementaciones, el circuito comparador se puede configurar usando técnicas de histéresis. Como se usa en el presente documento, el término "aproximadamente", cuando se usa junto con un valor numérico, pretende indicar dentro del 40 % del valor numérico.

[0015] Los umbrales alto y bajo pueden corresponder a uno o más eventos de red asociados con la red eléctrica. Por ejemplo, el evento de red puede ser un evento de red de respuesta ante sobretensiones (“high voltage ride-through”, HVRT).

[0016] La señal de salida del circuito comparador puede estar configurada para accionar la fuente de corriente. Por ejemplo, cuando la señal de salida es una señal lógica alta, la fuente de corriente se puede encender y, cuando la señal de salida es una señal lógica baja, la fuente de corriente se puede apagar. La fuente de corriente puede estar acoplada al elemento de conmutación. Por ejemplo, en implementaciones en las que el elemento de conmutación es un MOSFET, la fuente de corriente puede estar acoplada a la puerta del elemento de conmutación. De esta manera, la operación del elemento de conmutación se puede controlar en base al menos en parte a la fuente de corriente. Por ejemplo, cuando la fuente de corriente está encendida, la puerta del MOSFET se puede conectar a tierra, apagando de este modo el MOSFET. Cuando se apaga la fuente de corriente, se puede encender el MOSFET.

[0017] De esta manera, se puede proporcionar corriente al controlador de sistema de pitch a través del dispositivo de supresión de sobretensión (por ejemplo, a través del elemento de conmutación) cuando la tensión de entrada es menor que el umbral bajo. Cuando la tensión de entrada es mayor que el umbral alto, el dispositivo de supresión de sobretensión puede bloquear o reducir el flujo de corriente al controlador a través del dispositivo de supresión de sobretensión. Cuando el dispositivo de supresión de sobretensión bloquea la corriente al controlador, se puede suministrar potencia al controlador por medio de un diodo flyback acoplado entre el bus de CC y el circuito de control. En particular, el sistema de pitch eólico puede incluir además un banco de condensadores que incluye uno o más dispositivos condensadores. El banco de condensadores puede estar configurado para almacenar energía,

y para proporcionar energía al controlador por medio del diodo flyback cuando se apaga el elemento de conmutación del dispositivo de supresión de sobretensión.

[0018] En algunas implementaciones, el circuito comparador del dispositivo de supresión de sobretensión puede estar configurado para implementar un proceso de reajuste a lo largo del cual el comparador emite una señal lógica alta de salida. Por ejemplo, el proceso de reajuste se puede implementar cuando el circuito comparador se enciende y puede durar aproximadamente 20 milisegundos. Por ejemplo, el proceso de reajuste se puede implementar para eliminar o reducir el rebote del contactor asociado con el circuito comparador mientras el circuito comparador está encendido. En dichas implementaciones, la fuente de corriente se puede encender durante el proceso de reajuste y el MOSFET se puede apagar durante el proceso de reajuste.

[0019] El sistema de ajuste de pitch incluye además un contactor de desvío ("bypass contactor") acoplado al bus de CC. La operación del contactor de desvío se puede controlar en base al menos en parte a un proceso de inicialización del sistema. En algunas implementaciones, el proceso de inicialización del sistema puede incluir un proceso de precarga para el banco de condensadores. En particular, durante el proceso de inicialización del sistema, el contactor de desvío puede estar abierto, de modo que no se permite que la corriente fluya a través del contactor de desvío. Cuando el proceso de inicialización del sistema termina, el contactor de desvío se puede cerrar permitiendo de este modo que la corriente fluya a través del contactor de desvío.

[0020] Una resistencia de frenado dinámico está acoplada al contactor de desvío. Cuando el contactor de desvío está cerrado, la resistencia de frenado dinámico puede suprimir sobretensiones asociadas con diversos eventos de red (por ejemplo, eventos de HVRT). En dichas implementaciones, puede ser que no se haga apagar el MOSFET del dispositivo de supresión de sobretensión mientras el contactor de desvío está cerrado.

[0021] Con referencia ahora a las figuras, se analizarán con mayor detalle unos aspectos de ejemplo de la presente divulgación. Por ejemplo, la FIG. 1 representa una vista en perspectiva de un modo de realización de una turbina eólica 10. Como se muestra, la turbina eólica 10 incluye en general una torre 12 que se extiende desde una superficie de apoyo 14, una góndola 16 montada en la torre 12 y un rotor 18 acoplado a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje rotativo 20 y al menos una pala de rotor 22 acoplada a, y extendiéndose hacia el exterior desde, el buje 20. Por ejemplo, en el modo de realización ilustrado, el rotor 18 incluye tres palas de rotor 22. Sin embargo, en un modo de realización alternativo, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas de rotor 22. Cada pala de rotor 22 puede estar separada alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 y permitir que se transfiera energía cinética del viento como energía mecánica usable y, posteriormente, energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 20 se puede acoplar de forma rotativa a un generador eléctrico situado dentro de la góndola 16 para permitir que se produzca energía eléctrica.

[0022] La turbina eólica 10 también puede incluir un sistema de control de turbina que incluye un controlador de turbina 26 dentro de la góndola 16 o en alguna otra ubicación asociada con la turbina eólica 10. En general, el controlador de turbina 26 puede comprender uno o más dispositivos de procesamiento. Por tanto, en varios modos de realización, el controlador de turbina 26 puede incluir instrucciones legibles por ordenador adecuadas que, cuando las ejecutan uno o más dispositivos de procesamiento, configuran el controlador 26 para realizar diversas funciones diferentes, tales como recibir, transmitir y/o ejecutar señales de control de turbina eólica. Así pues, el controlador de turbina 26 puede estar configurado en general para controlar los diversos modos de operación (por ejemplo, secuencias de arranque o de parada) y/o componentes de la turbina eólica 10.

[0023] Por ejemplo, el controlador 26 puede estar configurado para controlar el pitch de pala o el ángulo de pitch de cada una de las palas de rotor 22 (por ejemplo, un ángulo que determina una perspectiva de las palas de rotor 22 con respecto a la dirección 28 del viento) para controlar la carga sobre las palas de rotor 22 ajustando una posición angular de al menos una pala de rotor 22 con respecto al viento. Por ejemplo, el controlador de turbina 26 puede controlar el ángulo de pitch de las palas de rotor 22, ya sea individual o simultáneamente, transmitiendo señales/consignas de control adecuadas a diversos accionadores de pitch o mecanismos de ajuste de pitch, tales como el motor de ajuste de pitch 32 (FIG. 2) de la turbina eólica 10. En algunas implementaciones, cada motor de ajuste de pitch 32 se puede controlar además mediante un sistema de ajuste de pitch independiente, tal como el sistema de ajuste de pitch 100 de la FIG. 2. Específicamente, las palas de rotor 22 se pueden montar rotativamente en el buje 20 mediante uno o más rodamientos de pitch (no ilustrados) de modo que el ángulo de pitch se puede ajustar haciendo girar las palas de rotor 22 alrededor de sus ejes de pitch 34 usando los motores de ajuste de pitch 32.

[0024] En particular, el ángulo de pitch de las palas de rotor 22 se puede controlar y/o alterar en base al menos en parte a la dirección 28 del viento. Por ejemplo, el controlador de turbina 26 y/o un controlador de ajuste de pitch, tal como el controlador 106 de la FIG. 2 pueden estar configurados para transmitir una señal/consigna de control a cada motor de ajuste de pitch 32 de modo que uno o más accionadores (no mostrados) del motor de ajuste de pitch 32 se pueden utilizar para hacer girar las palas 22 con respecto al buje 20.

[0025] Además, cuando la dirección del viento 28 cambia, el controlador de turbina 26 puede estar configurado para controlar una dirección de orientación ("yaw") de la góndola 16 alrededor de un eje de orientación 36 para

situar las palas de rotor 22 con respecto a la dirección 28 del viento, controlando de este modo las cargas que actúan sobre la turbina eólica 10. Por ejemplo, el controlador de turbina 26 puede estar configurado para transmitir señales/consignas de control a un mecanismo de accionamiento de orientación de la turbina eólica 10, de modo que se puede hacer girar la góndola 16 alrededor del eje de orientación 30.

[0026] Además, el controlador de turbina 26 puede estar configurado para controlar el par de torsión de un generador. Por ejemplo, el controlador de turbina 26 puede estar configurado para transmitir señales/consignas de control al generador para modular el flujo magnético producido dentro del generador, ajustando por tanto la demanda de par de torsión en el generador. Dicha reducción temporal de potencia nominal del generador puede reducir la velocidad de rotación de las palas de rotor, reduciendo de este modo las cargas aerodinámicas que actúan sobre las palas 22 y las cargas de reacción en otros diversos componentes de turbina eólica 10.

[0027] La FIG. 2 representa una visión general de un sistema de ajuste de pitch de ejemplo 100 de acuerdo con unos modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. Como se muestra, el sistema de ajuste de pitch 100 está asociado con una fuente de alimentación de CC 102. La fuente de alimentación 102 puede incluir un rectificador configurado para recibir una señal de CA trifásica desde una red eléctrica, y para convertir la señal de CA en una señal de CC. La fuente de alimentación 102 puede estar configurada además para proporcionar la señal de CC al sistema de pitch 100 por medio de un bus de CC 112. El sistema 100 puede incluir además un dispositivo de supresión de sobretensión 104 y un controlador 106. El controlador 106 puede recibir señales desde un controlador de turbina, tal como el controlador de turbina 26, y proporcionar consignas de control al motor de ajuste de pitch 36. Como se describirá con más detalle con respecto a la FIG. 3, el dispositivo de supresión de sobretensión 104 puede incluir un elemento de conmutación configurado para regular el flujo de corriente al controlador 106.

[0028] El sistema 100 puede incluir además un convertidor 108. El convertidor 108 puede ser un convertidor de puente H. El convertidor 108 puede incluir además un sistema de precarga para un banco de condensadores 110 acoplado al bus de CC 112. El banco de condensadores 110 puede incluir uno o más dispositivos condensadores. El convertidor 108 puede incluir además un dispositivo de frenado dinámico, tal como una resistencia de freno dinámico. La resistencia de freno dinámico puede estar configurada para suprimir la tensión en el sistema 100 durante un evento de red (por ejemplo, evento de HVRT). De esta manera, una sobretensión de la red eléctrica no podrá dañar el sistema de pitch 100.

[0029] El sistema de pitch 100 incluye además un contactor de desvío 114 conectado al bus de CC 112. El contactor de desvío 114 puede estar configurado para regular el flujo de corriente al convertidor 108 y al banco de condensadores 110. De esta manera, cuando se enciende el contactor de desvío 114, la señal de CC de la fuente 102 puede fluir a través del contactor de desvío 114 hasta el convertidor 108 y el banco de condensadores 110. De esta manera, durante un evento de red mientras el contactor de desvío 114 está cerrado, la resistencia de freno dinámico puede estar configurada para suprimir la sobretensión de la red eléctrica.

[0030] Cuando el contactor de desvío 114 está abierto, la corriente no fluirá a través del contactor de desvío 114 y la resistencia de freno dinámico no suprimirá una sobretensión causada por un evento de red. En dichos casos, el dispositivo de supresión de sobretensión 104 puede estar configurado para detectar la señal de CC de la fuente de alimentación 102 y para regular el flujo de corriente al controlador 106 en base al menos en parte a la señal detectada. En particular, como se indica, el dispositivo de supresión de sobretensión 104 puede incluir un elemento de conmutación acoplado entre la fuente de alimentación 102 y el controlador 106. La operación del elemento de conmutación se puede controlar en base al menos en parte a la señal de CC de la fuente de alimentación 102. Por ejemplo, el elemento de conmutación puede estar configurado para permitir el flujo de corriente cuando la señal de tensión detectada es mayor que una tensión umbral. En algunas implementaciones, el elemento de conmutación puede estar configurado para bloquear el flujo de corriente cuando la señal de tensión detectada es menor que una tensión umbral. En algunas implementaciones, la tensión umbral puede ser un intervalo umbral. Por ejemplo, el elemento de conmutación puede estar configurado para abrirse cuando la tensión detectada supera el valor más alto del intervalo umbral, y el elemento de conmutación puede estar configurado para cerrarse cuando la tensión detectada es menor que el valor más bajo del intervalo umbral.

[0031] El sistema de pitch 100 incluye además un diodo flyback 116 acoplado entre el bus de CC 112 y el controlador 108. El diodo flyback 116 puede estar configurado para proporcionar potencia al controlador 106 cuando el dispositivo de supresión de sobretensión 104 está abierto y, de este modo, bloquea el flujo de corriente al controlador 106. En dichos casos, el banco de condensadores 110 puede suministrar potencia al controlador 106 por medio del diodo flyback 116. De esta manera, el controlador 106 puede seguir recibiendo potencia durante un evento de red mientras el contactor de desvío 114 está abierto.

[0032] En algunas implementaciones, la operación del contactor de desvío 114 se puede controlar en base al menos en parte a un proceso de inicialización del sistema. Por ejemplo, en algunas implementaciones, el proceso de inicialización del sistema puede corresponder a un proceso de "encendido" mediante el sistema de pitch 100. Durante dicho proceso de inicialización del sistema, se puede operar el contactor de desvío 114 en estado abierto. El contactor de desvío 114 se puede cerrar entonces como respuesta a la finalización del proceso de inicialización

del sistema.

[0033] La FIG. 3 representa una visión general de un dispositivo de supresión de sobretensión de ejemplo 104 de acuerdo con unos modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. El dispositivo de supresión de sobretensión 104 incluye una fuente de alimentación 202, un elemento de conmutación 204, un circuito de comparación 206 y una fuente de corriente 208. La fuente de alimentación 202 puede ser una fuente de alimentación reductora. La fuente de alimentación 202 incluye unos condensadores de CA (conds. CA) y un rectificador. El rectificador puede ser un rectificador de onda completa. La fuente de alimentación 202 incluye además las resistencias R1, R2, el diodo D4 y el condensador C1. En particular, la fuente de alimentación 202 puede estar configurada para generar una señal de CC aislada (IP 15). En algunas implementaciones, la señal de CC aislada puede ser de aproximadamente 15 voltios.

[0034] El circuito de comparación 206 incluye un comparador U1, unas resistencias R5, R6 y R8 y un condensador C3. Como se indica, el circuito de comparación 206 puede estar configurado para recibir una señal de entrada (por ejemplo, V_{in}) y producir una señal de salida en base al menos en parte a la señal de entrada. Por ejemplo, el circuito de comparación 206 puede estar configurado para producir una señal lógica alta cuando V_{in} es mayor que un umbral (por ejemplo, aproximadamente de 157 voltios) y para producir una señal lógica baja cuando V_{in} es menor que un umbral (por ejemplo, aproximadamente de 154 voltios). En algunas implementaciones, el comparador U1 puede estar configurado para comparar una tensión de entrada con una tensión de referencia (V_{ref}) para determinar la señal de salida.

[0035] La señal de salida del circuito de comparación 206 puede estar configurada para activar la operación de la fuente de corriente 208. La fuente de corriente 208 puede incluir un transistor Q3, unas resistencias R7, R9, R10 y unos diodos D6. En particular, la operación del transistor Q3 se puede controlar al menos en parte mediante la señal de salida del circuito de comparación 206. De esta manera, el transistor Q3 puede estar configurado para que se encienda cuando el circuito de comparación 206 emite una señal lógica alta, haciendo de este modo que la fuente de corriente 208 produzca una corriente. Por ejemplo, en algunas implementaciones, la fuente de corriente 208 puede producir una corriente de aproximadamente 1 miliamperio. El transistor Q3 puede estar configurado para apagarse cuando el circuito de comparación 206 emite una señal lógica baja. En dichos casos, la fuente de corriente 208 no producirá corriente.

[0036] El elemento de conmutación 204 puede estar configurado para regular el flujo de corriente a través del dispositivo de supresión de sobretensión 104, por ejemplo, a un controlador, tal como el controlador 106. Como se muestra, el elemento de conmutación 204 puede ser un dispositivo de MOSFET. En particular, la fuente de corriente 208 se puede usar para conectar la puerta del elemento de conmutación 204 a tierra, apagando de este modo el elemento de conmutación 204. Por ejemplo, cuando la fuente de corriente 208 produce una corriente, el elemento de conmutación 204 puede estar configurado para apagarse, bloqueando de este modo el flujo de corriente a través del elemento de conmutación 204. Cuando la fuente de corriente 208 no produce corriente, la fuente de alimentación 202 y un transistor Q2 pueden controlar la operación del elemento de conmutación 204. En particular, cuando la fuente de corriente 208 produce una corriente, la tensión base-emisor del transistor Q2 se puede polarizar negativamente, apagando de este modo el transistor Q2. El diodo D5 puede polarizar entonces negativamente el elemento de conmutación 204, apagando de este modo el elemento de conmutación 204. Cuando la fuente de corriente 208 no produce corriente, la fuente de alimentación 202 puede encender el transistor Q2, encendiendo de este modo el elemento de conmutación 204.

[0037] Como se describe anteriormente, el dispositivo de supresión de sobretensión 104 puede estar acoplado al controlador 106. En consecuencia, cuando se enciende el elemento de conmutación 204, puede fluir corriente a través del elemento de conmutación 204 al controlador 106. Cuando se apaga el elemento de conmutación 204, el elemento de conmutación 204 puede bloquear el flujo de corriente al controlador 106. En dichos casos, un banco de condensadores, tal como el banco de condensadores 110, puede proporcionar potencia al controlador 106 a través de un diodo flyback 116. De esta manera, se puede seguir proporcionando potencia al controlador 106 incluso cuando el elemento de conmutación 204 está apagado.

[0038] Se apreciará que la configuración del dispositivo de supresión de sobretensión representado en la FIG. 3 es solo para propósitos ilustrativos. En particular, se apreciará que se pueden usar otras diversas configuraciones de circuito adecuadas sin desviarse del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, el dispositivo de supresión de sobretensión 104 puede estar configurado para incluir otros diversos componentes, dispositivos o partes sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

[0039] La FIG. 4 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo (300) de control dela operación de un sistema de ajuste de pitch de acuerdo con unos modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. Por ejemplo, en algunas implementaciones, el procedimiento (300) se puede implementar mediante uno o más de los dispositivos de las FIGS. 2 y/o 3. Además, la FIG. 4 representa las etapas realizadas en un orden particular para propósitos de ilustración y análisis. Los expertos en la técnica, usando las divulgaciones proporcionadas en el presente documento, entenderán que diversas etapas de cualquiera de los procedimientos divulgados en el presente documento se pueden omitir, reorganizar o ampliar y/o adaptar de diversas formas sin desviarse del

alcance de la presente divulgación.

[0040] En (302), el procedimiento (300) puede incluir recibir una o más señales indicativas de una tensión proporcionada por una red eléctrica. Por ejemplo, la red eléctrica puede proporcionar una tensión a un sistema de ajuste de pitch asociado con un sistema de turbina eólica. Como se indica anteriormente, el sistema de control de pitch puede incluir un dispositivo de supresión de sobretensión, un controlador, un dispositivo convertidor (por ejemplo, un convertidor de CC/CC) y un banco de condensadores. El sistema de ajuste de pitch puede estar configurado para proporcionar consignas de control a un motor de ajuste de pitch.

[0041] En (304), el procedimiento (300) puede incluir comparar la tensión proporcionada por la red eléctrica con una o más tensiones umbral. En particular, la una o más tensiones umbral pueden ser indicativas de un evento de red asociado con la red eléctrica, tal como un evento de red de HVRT. En algunas implementaciones, la una o más tensiones umbral pueden incluir un umbral alto (por ejemplo, de aproximadamente 157 voltios) y un umbral bajo (por ejemplo, de aproximadamente 154 voltios). El uno o más umbrales pueden corresponder al funcionamiento de un elemento de conmutación (dispositivo de MOSFET) asociado con el dispositivo de supresión de sobretensión. Como se indica, el dispositivo de conmutación puede estar acoplado entre una fuente de alimentación y el controlador de sistema de ajuste de pitch.

[0042] En (306), el procedimiento (300) puede incluir generar una señal de control en base al menos en parte a la comparación. Por ejemplo, la señal de control puede ser una señal lógica alta o una señal lógica baja. En algunas implementaciones, la señal de control puede ser una señal lógica alta cuando la tensión proporcionada por la red eléctrica es mayor que el umbral alto. En algunas implementaciones, la señal de control puede ser una señal lógica baja cuando la tensión proporcionada por la red eléctrica es menor que el umbral bajo.

[0043] En (308), el procedimiento (300) puede incluir controlar la operación del elemento de conmutación en base al menos en parte a la señal de control. Por ejemplo, cuando la señal de control es una señal lógica baja, el elemento de conmutación puede estar configurado para permitir el flujo de corriente a través del elemento de conmutación (por ejemplo, encenderse). Cuando la señal de control es una señal lógica alta, el elemento de conmutación puede estar configurado para bloquear el flujo de corriente a través del elemento de conmutación. De esta manera, el flujo de corriente a través del elemento de conmutación al controlador se puede regular en base al menos en parte a la tensión proporcionada por la red eléctrica.

[0044] En (310), el procedimiento (300) puede incluir determinar si el dispositivo de conmutación está apagado. Si el dispositivo de conmutación está apagado, el procedimiento (300) puede incluir proporcionar potencia al controlador por medio de un diodo flyback (312). En algunas implementaciones, un banco de condensadores precargados asociado con el sistema de ajuste de pitch puede proporcionar la potencia. Por ejemplo, el banco de condensadores puede estar configurado para almacenar energía, y para proporcionar al menos una parte de la energía almacenada al controlador cuando el elemento de conmutación está apagado. De esta manera, se puede seguir proporcionando potencia al controlador incluso cuando el flujo de corriente al controlador está bloqueado por el dispositivo de supresión de sobretensión. Volviendo a (310), si el dispositivo de conmutación no está apagado, el procedimiento (300) puede volver a (302).

[0045] Aunque se pueden mostrar características específicas de diversos modos de realización en algunos dibujos y no en otros, esto es solo se hace por motivos de conveniencia. De acuerdo con los principios de la presente divulgación, se puede hace referencia a y/o reivindicar cualquier característica de un dibujo en combinación con cualquier característica de cualquier otro dibujo.

[0046] En esta descripción escrita se usan ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferente, y asimismo para permitir que cualquier experto en la técnica lleve a la práctica la invención, lo cual incluye fabricar y usar cualquier dispositivo o sistema y realizar cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de ajuste de pitch eólico (100) asociado con un sistema de turbina eólica (10), comprendiendo el sistema (100):

una fuente de alimentación (102) configurada para convertir una señal de entrada de corriente alterna en una tensión de corriente continua;

un controlador (106) configurado para recibir una señal desde la fuente de alimentación (102) y para proporcionar una o más consignas de control a un motor de ajuste de pitch (32);

un dispositivo de supresión de sobretensión (104) que comprende un elemento de conmutación (204) acoplado entre la fuente de alimentación (102) y el controlador (106), estando configurado el dispositivo de supresión de sobretensión para monitorizar una tensión de entrada de una red y para accionar el elemento de conmutación (204) en base al menos en parte a la tensión de entrada monitorizada, de modo que el elemento de conmutación está configurado para bloquear el flujo de corriente a través del elemento de conmutación (204) al controlador (106) cuando la tensión de entrada monitorizada está por encima de un umbral de tensión;

caracterizado por

un contactor de desvío (114) acoplado a la fuente de alimentación (102); y

un dispositivo de frenado dinámico configurado para suprimir una sobretensión de la red mientras el contactor de desvío (114) está cerrado.

2. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de la reivindicación 1, en el que el umbral de tensión corresponde a un evento de respuesta ante sobretensión en red.

3. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que el dispositivo de supresión de sobretensión (104) comprende además un circuito de comparación configurado para comparar la tensión de entrada monitorizada con una tensión de referencia y para proporcionar una señal de salida de comparación en base al menos en parte a la comparación.

4. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que el dispositivo de supresión de sobretensión (104) comprende además una fuente de corriente, y en el que un funcionamiento de la fuente de corriente se controla en base al menos en parte a la señal de salida de comparación.

5. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de la reivindicación 4, en el que la fuente de corriente está configurada para encenderse cuando la señal de salida de comparación es una señal lógica alta, y en el que la fuente de corriente está configurada para apagarse cuando la señal de salida de comparación es una señal lógica baja.

6. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en el que la fuente de corriente está configurada para controlar un funcionamiento del elemento de conmutación, de modo que cuando se apaga la fuente de corriente, se permite que fluya corriente a través del elemento de conmutación.

7. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que el dispositivo de supresión de sobretensión (104) comprende además un segundo elemento de conmutación acoplado entre la fuente de alimentación y el elemento de conmutación.

8. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que la fuente de alimentación (102) comprende un rectificador configurado para recibir la señal de entrada de corriente alterna y para generar una tensión de corriente continua aislada.

9. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que un funcionamiento del contactor de desvío (114) se controla en base al menos en parte a un proceso de inicialización de sistema asociado con el sistema de ajuste de pitch eólico.

10. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de la reivindicación 9, en el que el contactor de desvío (114) se controla de modo que se permite que fluya corriente a través del contactor de desvío posteriormente al proceso de inicialización de sistema.

11. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que el dispositivo de frenado dinámico está incorporado como una resistencia de freno dinámico configurada para suprimir una sobretensión de la red durante un evento de respuesta ante sobretensión en red en base al menos en parte

a un funcionamiento del contactor de desvío (114).

12. El sistema de ajuste de pitch eólico (100) de cualquier reivindicación precedente, que comprende además un banco de condensadores que comprende uno o más condensadores configurados para almacenar energía.

13. El sistema de ajuste de pitch eólico de (100) cualquier reivindicación precedente, que comprende además un diodo flyback (116) acoplado entre la fuente de alimentación (102) y el controlador (106), de modo que se suministra potencia desde el banco de condensadores al controlador (106) por medio del diodo flyback (116) cuando el dispositivo de supresión de sobretensión (104) está apagado.

14. Un procedimiento (300) de control de un sistema de ajuste de pitch (100) asociado con un sistema de turbina eólica (10), comprendiendo el procedimiento:

recibir (302) una o más señales indicativas de una tensión proporcionada por una red eléctrica;

comparar (304) la tensión proporcionada por la red eléctrica con una o más tensiones umbral, estando asociada la una o más tensiones umbral con un evento de red asociado con la red eléctrica;

generar (306) una o más señales de control en base al menos en parte a la comparación;

controlar (308) un funcionamiento de un dispositivo de supresión de sobretensión (104) en base al menos en parte a la una o más señales de control, estando acoplado el dispositivo de supresión de sobretensión (104) entre una fuente de alimentación (102) asociada con la tensión proporcionada por la red eléctrica, y un controlador (106) asociado con el sistema de ajuste de pitch (100), estando configurado el dispositivo de supresión de sobretensión (104) para regular un flujo de corriente a través del dispositivo de supresión de sobretensión (104) al controlador (106) en base al menos en parte a la una o más señales de control;

estando el procedimiento **caracterizado por**

determinar si un contactor de desvío (114) asociado con el sistema de ajuste de pitch (100) está cerrado, y

cuando el contactor de desvío (114) está cerrado, controlar un funcionamiento de un dispositivo de frenado dinámico en base al menos en parte a la tensión proporcionada por la red eléctrica.

15. El procedimiento (300) de la reivindicación 14, en el que controlar un funcionamiento de un dispositivo de supresión de sobretensión (104) comprende controlar un funcionamiento de un elemento de conmutación (204) asociado con el dispositivo de supresión de sobretensión (104), y en el que el procedimiento comprende además:

determinar si el elemento de conmutación (204) está apagado; y

cuando el elemento de conmutación (204) está apagado, proporcionar potencia al controlador (106) por medio de un diodo flyback (116) acoplado al controlador (106).

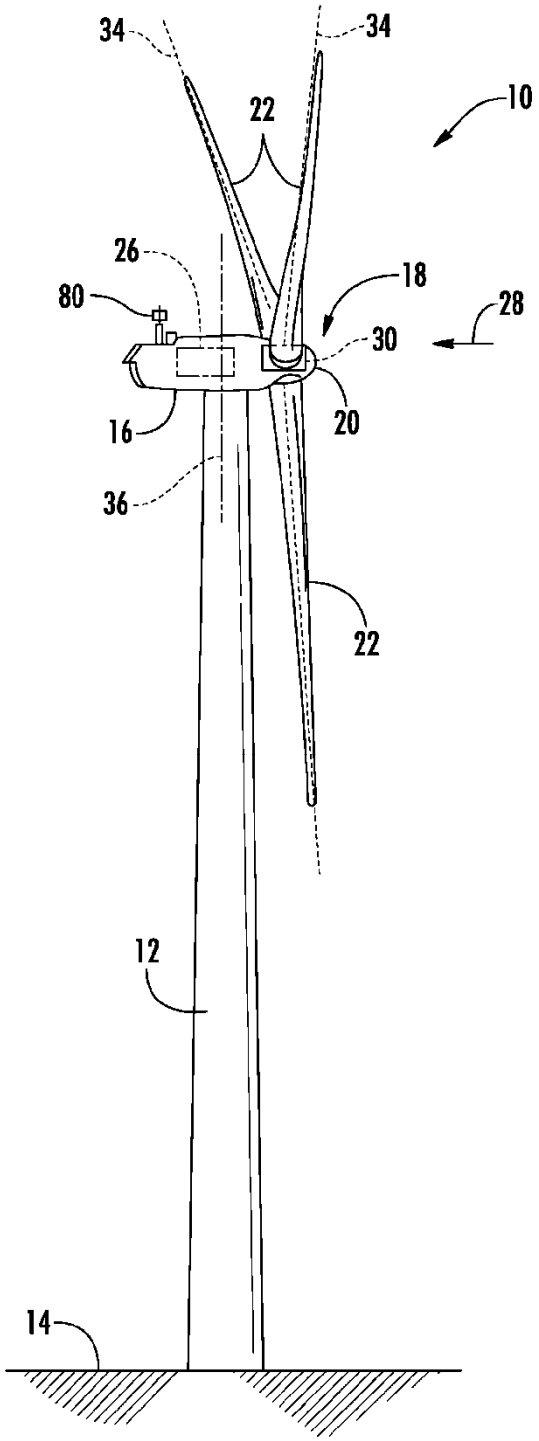


FIG. 1

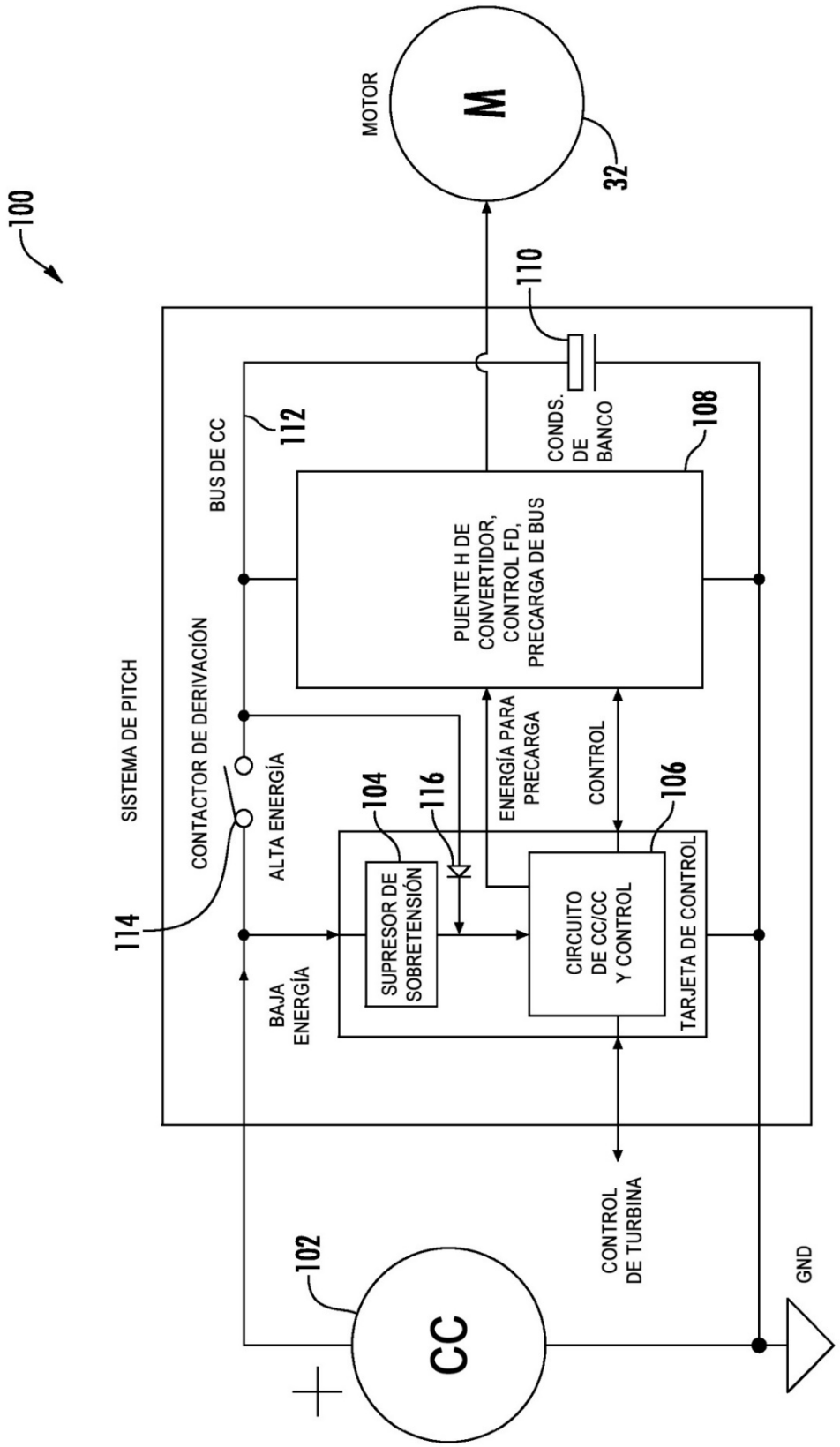

100
MOTOR
M
32
110
CONDS. DE BANCO
108
BUS DE CC
112
PUENTE H DE CONVERTIDOR, CONTROL FD, PRECARGA DE BUS
SISTEMA DE PITCH
CONTACTOR DE DERIVACIÓN
ALTA ENERGÍA
114
104
116
ENERGÍA PARA PRECARGA
CONTROL
106
SUPRESOR DE SOBRETENSIÓN
CIRCUITO DE CC/CC Y CONTROL
TARJETA DE CONTROL
BAJA ENERGÍA
CONTROL DE TURBINA
102
CC
GND

FIG. 2

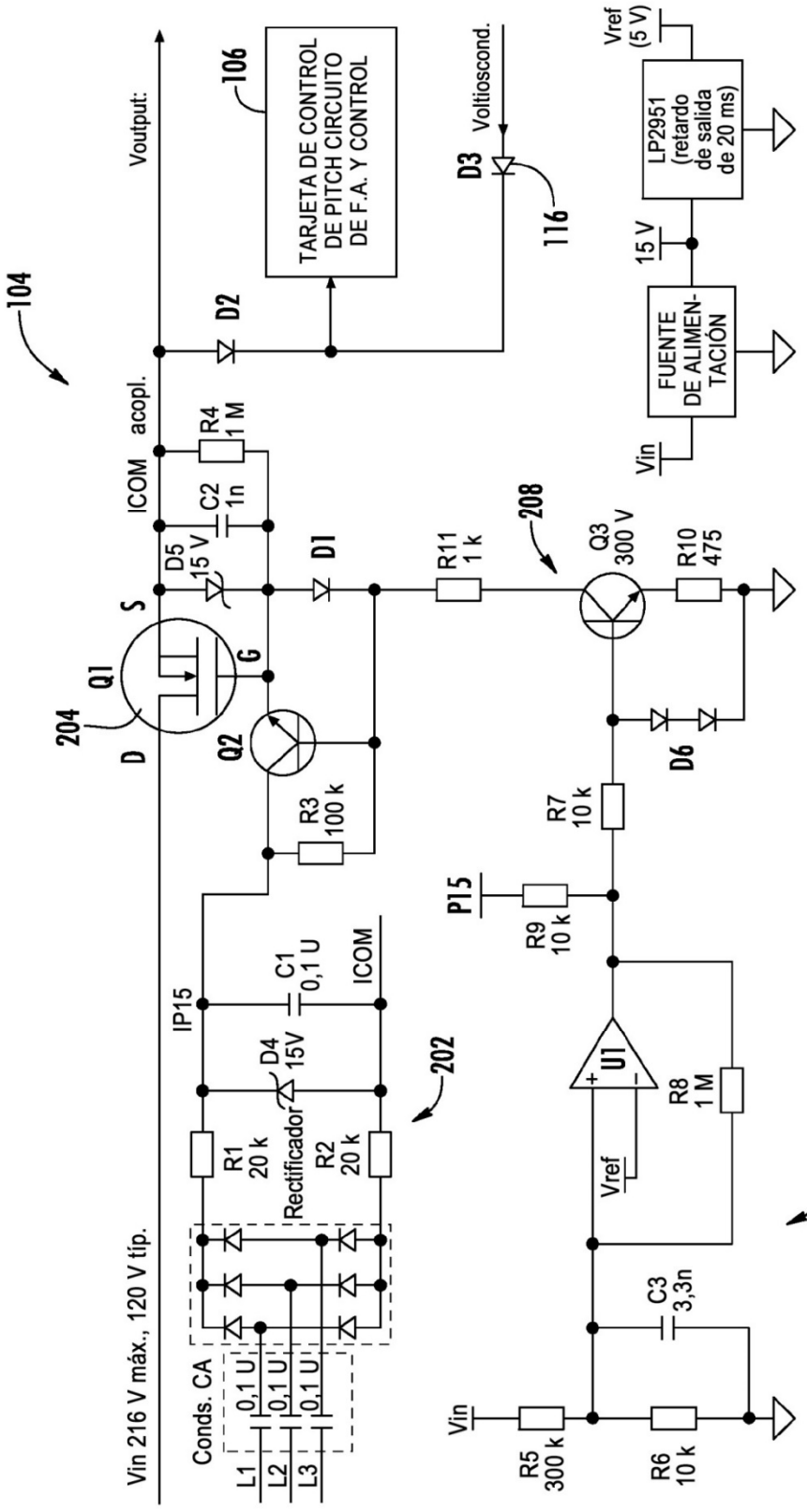

104
Voutput:
106
TARJETA DE CONTROL DE PITCH CIRCUITO DE F.A. Y CONTROL
Voltioscond.
D3
116
Vref (5 V)
LP2951 (retardo de salida de 20 ms)
15 V
FUENTE DE ALIMEN-TACIÓN
Vin
D2
ICOM acopl.
R4 1 M
C2 1n
D5 15 V
D1
R11 1 k
208
Q3 300 V
R10 475
S
G
D
Q1
204
Q2
R3 100 k
D6
R7 10 k
P15
R9 10 k
IP15
C1 0,1 U
ICOM
D4 15V
202
U1
R8 1 M
R1 20 k
Rectificador
R2 20 k
Vref
206
Vin 216 V máx., 120 V típ.
Conds. CA
0,1 U
L1
L2
L3
C3 3,3n
Vin
R5 300 k
R6 10 k

FIG. 3

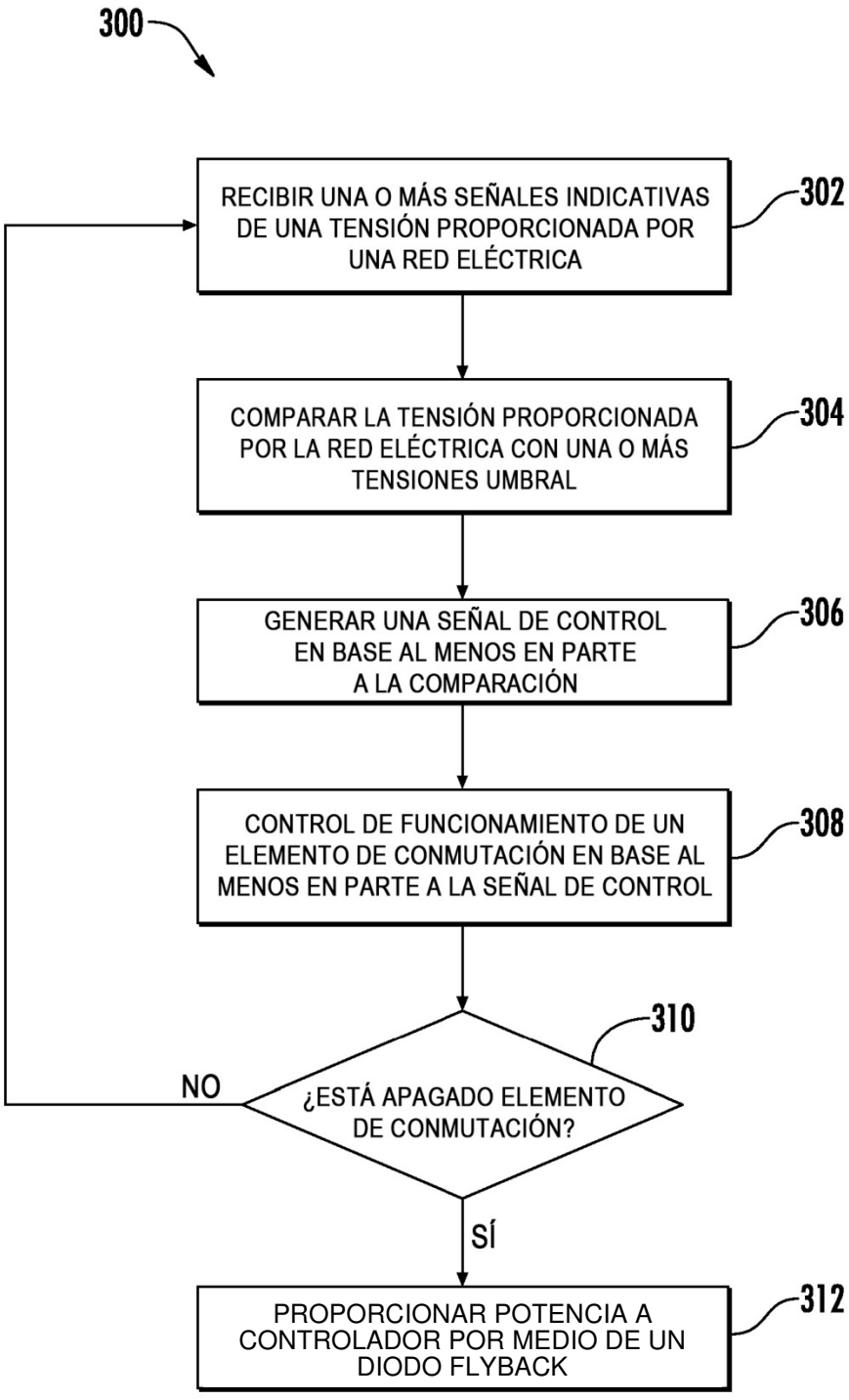

300
RECIBIR UNA O MÁS SEÑALES INDICATIVAS DE UNA TENSIÓN PROPORCIONADA POR UNA RED ELÉCTRICA
302
COMPARAR LA TENSIÓN PROPORCIONADA POR LA RED ELÉCTRICA CON UNA O MÁS TENSIONES UMBRAL
304
GENERAR UNA SEÑAL DE CONTROL EN BASE AL MENOS EN PARTE A LA COMPARACIÓN
306
CONTROL DE FUNCIONAMIENTO DE UN ELEMENTO DE CONMUTACIÓN EN BASE AL MENOS EN PARTE A LA SEÑAL DE CONTROL
308
310
¿ESTÁ APAGADO ELEMENTO DE CONMUTACIÓN?
NO
SÍ
PROPORCIONAR POTENCIA A CONTROLADOR POR MEDIO DE UN DIODO FLYBACK
312

FIG. 4