

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 119**

51 Int. Cl.:

G01R 31/389 (2009.01)

G01R 31/392 (2009.01)

H01M 10/48 (2006.01)

G01R 31/36 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2018 E 18193880 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024 EP 3454067**

54 Título: **Sistemas y procedimientos de prueba de batería predictiva**

30 Prioridad:

12.09.2017 US 201715701987

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
29.04.2025

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC RENOVABLES ESPAÑA,
S.L. (100.00%)
Calle Roc Boronat 78
08005 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

**MELIUS, JEFFREY ALAN;
DANIELSEN, DARREN JOHN;
DHARMADHIKARI, PARAG RAMESHCHANDRA y
TSCHAPPATT, CHRISTOPHER LEE**

74 Agente/Representante:

DE ROOIJ, Mathieu Julien

ES 3 015 119 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

Sistemas y procedimientos de prueba de batería predictiva

5 **[0001]** La presente divulgación se refiere, en general, a determinar una vida útil restante de una batería usada para alimentar un sistema de *pitch* de una turbina eólica.

10 **[0002]** Se pueden usar baterías para proporcionar potencia en una variedad de aplicaciones diferentes. Una batería puede perder la capacidad de proporcionar tensión suficiente para alimentar una carga a medida que la batería envejece. Por ejemplo, a medida que una batería se acerca al final de su vida útil, una tensión de salida proporcionada a una carga puede descender rápidamente. La incapacidad de la batería para proporcionar una tensión de salida requerida para alimentar una carga en determinadas condiciones puede plantear muchas dificultades. Por ejemplo, la incapacidad de una batería para alimentar una carga en un sistema de accionamiento de *pitch* de un sistema de turbina eólica puede dar lugar a una incapacidad para *pitch*ear una pala de turbina eólica en una turbina eólica, dando lugar potencialmente a un daño en la turbina eólica. El documento WO 2016/174 233 A1 se refiere a la monitorización de suministro de potencia de reserva de turbina eólica que implica calcular una característica del suministro de potencia de respaldo en base a los valores de tensión y corriente monitorizados.

20 **[0003]** Diversos aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden ser evidentes a partir de la descripción, o se pueden aprender a través de la puesta en práctica de la invención.

25 **[0004]** Un aspecto de la presente divulgación está dirigido a un procedimiento para determinar la vida útil restante de una batería usada para alimentar un sistema de *pitch* de una turbina eólica. El procedimiento incluye llevar a cabo operaciones de prueba de la batería, en el que cada operación de prueba incluye controlar, por uno o más dispositivos de control, una descarga de la batería a través de una carga. Cada operación de prueba incluye obtener, por el uno o más dispositivos de control, datos indicativos de una tensión de descarga y una corriente de descarga de la batería durante la descarga a través de la carga. Cada operación de prueba incluye obtener, por el uno o más dispositivos de control, datos indicativos de una temperatura asociada con la batería durante la descarga a través de la carga. Cada operación de prueba incluye determinar, por el uno o más dispositivos de control, datos indicativos de la vida útil restante de la batería en función de la tensión de descarga, la corriente de descarga y la temperatura. Cada operación de prueba incluye realizar, por el uno o más dispositivos de control, al menos una acción de control en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la vida útil restante de la batería. Las operaciones de prueba se llevan a cabo con mayor frecuencia a medida que la batería se acerca a un final de la vida útil de la batería.

35 **[0005]** Otro aspecto de la presente divulgación está dirigido a un sistema de prueba configurado para someter a prueba la vida útil restante de una batería usada para alimentar un sistema de *pitch* en una turbina eólica. El sistema de prueba incluye una carga resistiva. El sistema de prueba incluye un sensor de tensión configurado para medir la tensión de descarga de la batería. El sistema de prueba incluye un sensor de corriente configurado para medir una corriente de descarga de la batería. El sistema de prueba incluye un sensor de temperatura configurado para medir una temperatura asociada con la batería. El sistema de prueba incluye un dispositivo de conmutación configurado para acoplar la carga resistiva a la batería. El sistema de prueba incluye un dispositivo de control que tiene uno o más procesadores configurados para ejecutar instrucciones legibles por ordenador almacenadas en uno o más dispositivos de memoria para realizar operaciones de prueba de la batería. Cada operación de prueba incluye controlar el dispositivo de conmutación para acoplar la carga resistiva a la batería y descargar la batería a través de la carga resistiva. Cada operación de prueba incluye obtener datos indicativos de una tensión de descarga de la batería durante la descarga a través de la carga resistiva del sensor de tensión. Cada operación de prueba incluye obtener datos indicativos de una corriente de descarga de la batería durante la descarga a través de la carga resistiva del sensor de corriente. Cada operación de prueba incluye obtener datos indicativos de la temperatura asociada con la batería durante la descarga a través de la carga resistiva. Cada operación de prueba incluye determinar datos indicativos de la vida útil restante de la batería en función de la tensión de descarga, la corriente de descarga y la temperatura. Cada operación de prueba incluye realizar al menos una acción de control, en particular proporcionar una notificación de una condición de falla, en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la vida útil restante de la batería. El dispositivo de control está configurado para llevar a cabo operaciones de prueba con mayor frecuencia a medida que la batería se acerca a un final de la vida útil de la batería.

60 **[0006]** Un aspecto de ejemplo de la presente divulgación está dirigido a un procedimiento para evitar que se produzcan cargas dañinas durante un evento de red adverso de una turbina eólica. El procedimiento incluye llevar a cabo una operación de prueba de al menos una batería usada para alimentar un mecanismo de accionamiento de *pitch* de una pala de rotor de la turbina eólica. El procedimiento incluye determinar datos indicativos de la vida útil restante de la batería como resultado de la una o más operaciones de prueba en función de una corriente de descarga y una tensión de descarga de la batería durante la operación de prueba. El procedimiento incluye determinar una condición de falla en base, al menos en parte, a datos indicativos de la vida útil restante de la batería. El procedimiento incluye adoptar una acción preventiva en base, al menos en parte, a la condición de falla.

[0007] Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran modos de realización de la invención y, conjuntamente con la descripción, sirven para exponer los principios de la invención.

[0008] En los dibujos:

la FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de una turbina eólica de acuerdo con un modo de realización de la presente divulgación;

la FIG. 2 ilustra una vista interna en perspectiva de una góndola de una turbina eólica de acuerdo con un modo de realización de la presente divulgación;

la FIG. 3 ilustra una diagrama esquemático de un modo de realización de componentes adecuados que se pueden incluir en un controlador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;

la FIG. 4 ilustra un diagrama esquemático de un modo de realización de un sistema de *pitch* de una turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;

la FIG. 5 ilustra un sistema de prueba para una batería de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación;

la FIG. 6 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación;

la FIG. 7 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación;

la FIG. 8 representa una representación gráfica de la determinación de una vida útil restante de una batería de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación; y

la FIG. 9 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0009] Ahora se hará referencia en detalle a modos de realización de la invención, ilustrándose uno o más de sus ejemplos en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, 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 la invención. Por ejemplo, se pueden usar características ilustradas o descritas como parte de un modo de realización con otro modo de realización para proporcionar todavía otro modo de realización. Por tanto, se pretende que la presente invención abarque dichas modificaciones y variaciones como vienen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

[0010] Los aspectos de ejemplo de la presente divulgación están dirigidos a sistemas y procedimientos para determinar una vida útil restante de una batería. Una vida útil restante de una batería se refiere al tiempo restante antes de que la batería ya no pueda proporcionar una tensión de salida por encima de un umbral bajo carga después de cargarse completamente. La vida útil restante de la batería típicamente disminuye después de múltiples ciclos de carga y descarga.

[0011] De acuerdo con modos de realización particulares de la presente divulgación, la vida útil restante de una batería se puede determinar sometiendo la batería a una operación de prueba. La operación de prueba puede incluir acoplar la batería a una carga resistiva (por ejemplo, una resistencia grande) y monitorizar una corriente de descarga y una tensión de descarga de la batería. Por ejemplo, la operación de prueba puede cerrar un elemento de conmutación (por ejemplo, un relé) para acoplar una batería a una carga resistiva durante un intervalo de tiempo, tal como un intervalo de tiempo de 6 segundos, un intervalo de tiempo de 5 segundos, un intervalo de tiempo de 4 segundos u otro intervalo de tiempo adecuado.

[0012] Al final del intervalo de tiempo, un dispositivo de control asociado con la batería puede obtener datos indicativos de una corriente de descarga y una tensión de descarga de la batería a partir de sensores de tensión y corriente adecuados. Los datos indicativos de una temperatura asociada con la batería (por ejemplo, una temperatura del armario o carcasa de la batería) también se pueden obtener al final del intervalo de tiempo.

[0013] Una resistencia interna de la batería se puede determinar en base a la tensión de descarga y la resistencia de descarga. Por ejemplo, en algunos modos de realización, se pueden obtener datos indicativos de una tensión constante sin carga para la batería (por ejemplo, a partir de datos especificados por el fabricante de la batería o a partir de pruebas de la batería). Se puede determinar una diferencia entre la tensión sin carga para la batería y la

tensión de descarga. La diferencia se puede dividir entre la corriente de descarga para determinar una resistencia interna para la batería.

[0014] Usando la medición de temperatura, se pueden obtener las resistencias internas para una batería nueva (por ejemplo, resistencia al comienzo de la vida útil) y de una batería gastada (por ejemplo, resistencia al final de la vida útil). Por ejemplo, en algunos modos de realización, las resistencias al comienzo de la vida útil y al final de la vida útil se pueden derivar experimentalmente o de datos del fabricante de la batería y correlacionar en función de la temperatura de batería. Usando la temperatura de batería medida, se pueden obtener datos indicativos de una resistencia al comienzo de la vida útil y de una resistencia al final de la vida útil.

[0015] En algunos modos de realización, los datos indicativos de la vida útil restante de una batería se pueden determinar en base a la resistencia interna determinada y la resistencia al comienzo de la vida útil y la resistencia al final de la vida útil. Por ejemplo, en algunos modos de realización, los datos indicativos de una vida útil restante de una batería se pueden expresar como un porcentaje de la diferencia entre la resistencia al comienzo de la vida útil y la resistencia al final de la vida útil en relación con una diferencia entre la resistencia interna y la resistencia al final de la vida útil.

[0016] Se puede configurar un controlador asociado con la batería para adoptar una acción de control en base a la vida útil restante determinada de la batería. Por ejemplo, en algunos modos de realización, se puede proporcionar una notificación de una condición de falla cuando una vida útil restante de la batería desciende por debajo de un umbral. En algunos modos de realización, la notificación para la condición de falla se puede proporcionar cuando una vida útil restante promedio a lo largo de varias pruebas en operación de la batería desciende por debajo del umbral.

[0017] La notificación se puede asociar con el reemplazo de la batería. Por ejemplo, en respuesta a la notificación, un técnico u otro usuario pueden reemplazar la batería por una batería nueva o una batería con suficiente vida útil restante. De esta manera, se pueden reducir los eventos negativos asociados con la alimentación de sistemas con baterías gastadas.

[0018] Por ejemplo, la energía eólica se considera una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente disponibles en la actualidad, y las turbinas eólicas han obtenido una creciente atención a este respecto. Una turbina eólica puede incluir una torre, un generador, una caja de engranajes, una góndola y un rotor que incluye una o más palas de rotor. Las palas de rotor captan la energía cinética del viento usando principios de perfil alar 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 caja de engranajes o, si no se usa una caja de engranajes, directamente al generador. A continuación, el generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica que se puede distribuir en una red de suministro.

[0019] Durante la operación, la dirección del viento que propulsa la turbina eólica puede cambiar. La turbina eólica puede ajustar por tanto la góndola a través de, por ejemplo, un ajuste de orientación alrededor de un eje longitudinal de la torre para mantener la alineación con la dirección del viento. Además, la turbina eólica puede ajustar un ángulo de *pitch* de una o más de las palas de rotor por medio de un mecanismo de accionamiento de *pitch* configurado con un rodamiento de *pitch* para cambiar el ángulo de las palas con respecto al viento.

[0020] Un mecanismo de accionamiento de *pitch* puede incluir un motor de accionamiento de *pitch*, una caja de engranajes de accionamiento de *pitch* y un piñón de accionamiento de *pitch*. En dichas configuraciones, el motor de accionamiento de *pitch* se puede acoplar a la caja de engranajes de accionamiento de *pitch* de modo que el motor de accionamiento de *pitch* imparte fuerza mecánica a la caja de engranajes de accionamiento de *pitch*. De forma similar, la caja de engranajes de accionamiento de *pitch* se puede acoplar al piñón de accionamiento de *pitch* para su rotación con el mismo. El piñón de accionamiento de *pitch*, a su vez, se puede engranar en rotación con el rodamiento de *pitch* acoplado entre el buje y una pala de rotor correspondiente de modo que la rotación del piñón de accionamiento de *pitch* provoca la rotación del rodamiento de *pitch*. Por tanto, en dichos modos de realización, la rotación del motor de accionamiento de *pitch* acciona la caja de engranajes de accionamiento de *pitch* y el piñón de accionamiento de *pitch*, haciendo rotar de este modo el rodamiento de *pitch* y la pala de rotor alrededor del eje de *pitch*.

[0021] Durante el funcionamiento normal, los motores de accionamiento de *pitch* se pueden accionar por potencia eléctrica de la red eléctrica. Sin embargo, en algunos casos, tal como durante un evento de red adverso, los motores de accionamiento de *pitch* se pueden accionar por una o más baterías de reserva. Si el *pitcheo* de las palas se basa en dichas baterías (es decir, debido a una pérdida en la red), es importante garantizar que las baterías sean capaces de operar cuando sea necesario. Sin embargo, con el tiempo, las baterías de motor de los mecanismos de accionamiento de *pitch* pierden su capacidad de almacenar energía y finalmente se agotan. Por tanto, si dichas baterías se agotan sin previo aviso, la pala de rotor asociada con las baterías agotadas puede quedar atascada puesto que no hay potencia disponible para *pitch*ear la pala. En dichos casos, se pueden incrementar las cargas en la pala de rotor atascada, provocando de este modo daños a la misma.

[0022] La determinación de acciones de control en base a la vida útil restante determinada de una batería de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación puede reducir la probabilidad de dicho daño a una turbina eólica. Por ejemplo, una batería usada para accionar un mecanismo de accionamiento de *pitch* para una turbina eólica se puede someter periódicamente a una operación de prueba de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. Durante la operación de prueba se pueden determinar los datos indicativos de la vida útil restante de la batería. Se puede determinar una condición de falla en base, al menos en parte, a datos indicativos de la vida útil restante de la batería. La batería se puede reemplazar, por ejemplo, en respuesta a una condición de falla.

[0023] Como se usa en el presente documento, se pretende que el uso del término "aproximadamente" junto con un valor numérico se refiera a dentro de un 20 % de la cantidad establecida. El uso del término "que se obtiene" u "obtener" puede incluir recibir, determinar, calcular, acceder, leer o de otro modo obtener datos.

[0024] Los aspectos de la presente divulgación se analizan con referencia a una batería usada para alimentar un sistema de *pitch* en una turbina eólica. Los expertos en la técnica, usando las divulgaciones proporcionadas en el presente documento, entenderán que los aspectos de los presentes modos de realización se pueden usar con otras aplicaciones sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

[0025] En referencia ahora a los dibujos, la FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un modo de realización de una turbina eólica 10 de acuerdo con aspectos de ejemplo de la presente divulgación. Como se muestra, la turbina eólica 10 incluye una torre 12 que se extiende desde una superficie de soporte 14, una góndola 16 montada en la torre 12 y un rotor 18 acoplado a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje 20 rotatorio y al menos una pala de rotor 22 acoplada a y que se extiende hacia afuera 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 se puede espaciar alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 para posibilitar que la energía cinética se transfiera del viento para convertirse en energía mecánica utilizable y, posteriormente, en energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 20 se puede acoplar de forma rotatoria a un generador eléctrico 24 (FIG. 2) situado dentro de la góndola 16 para permitir que se produzca energía eléctrica.

[0026] En referencia ahora a la FIG. 2, se ilustra una vista interna simplificada de un modo de realización de la góndola 16 de la turbina eólica 10. Como se muestra, un generador 24 se puede disponer dentro de la góndola 16. En general, el generador 24 se puede acoplar al rotor 18 de la turbina eólica 10 para generar potencia eléctrica a partir de la energía de rotación generada por el rotor 18. Por ejemplo, el rotor 18 puede incluir un eje principal 40 acoplado al buje 20 para su rotación con el mismo. A continuación, el generador 24 se puede acoplar al eje principal 40 de modo que la rotación del eje principal 40 accione el generador 24. Por ejemplo, en el modo de realización ilustrado, el generador 24 incluye un eje de generador 42 acoplado de forma rotatoria al eje principal 40 a través de una caja de engranajes 44. Sin embargo, en otros modos de realización, se debe apreciar que el eje de generador 42 se puede acoplar de forma rotatoria directamente al eje principal 40. De forma alternativa, el generador 24 se puede acoplar de forma rotatoria directamente al eje principal 40.

[0027] Se debe apreciar que el eje principal 40 se puede soportar en general dentro de la góndola 16 por una trama de soporte o bancada 46 situada encima de la torre de turbina eólica 12. Por ejemplo, el eje principal 40 se puede soportar por la bancada 46 por medio de un par de cojinetes de apoyo 48 montados en la bancada 46.

[0028] Como se muestra en la FIGS. 1 y 2, la turbina eólica 10 también puede incluir un sistema de control de turbina o un controlador de turbina 26 dentro de la góndola 16. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2, el controlador de turbina 26 se dispone dentro de un armario de control 52 montado en una parte de la góndola 16. Sin embargo, se debe apreciar que el controlador de turbina 26 se puede disponer en cualquier ubicación sobre o en la turbina eólica 10, en cualquier ubicación en la superficie de soporte 14 o, en general, en cualquier otra ubicación. El controlador de turbina 26 se puede configurar, en general, para controlar los diversos modos en operación (por ejemplo, secuencias de arranque o de parada) y/o componentes de la turbina eólica 10.

[0029] Cada pala de rotor 22 también puede incluir un mecanismo de ajuste de *pitch* 32 configurado para rotar cada pala de rotor 22 alrededor de su eje de *pitch* 34. Además, cada mecanismo de ajuste de *pitch* 32 puede incluir un motor de accionamiento de *pitch* 33 (por ejemplo, cualquier motor eléctrico, hidráulico o neumático adecuado), una caja de engranajes de accionamiento de *pitch* 35 y un piñón de accionamiento de *pitch* 37. En dichos modos de realización, el motor de accionamiento de *pitch* 33 se puede acoplar a la caja de engranajes de accionamiento de *pitch* 35 de modo que el motor de accionamiento de *pitch* 33 confiera fuerza mecánica a la caja de engranajes de accionamiento de *pitch* 35. De forma similar, la caja de engranajes de accionamiento de *pitch* 35 se puede acoplar al piñón de accionamiento de *pitch* 37 para su rotación con el mismo. El piñón de accionamiento de *pitch* 37, a su vez, se puede engranar en rotación con un rodamiento de *pitch* 54 acoplado entre el buje 20 y una pala de rotor 22 correspondiente de modo que la rotación del piñón de accionamiento de *pitch* 37 provoque la rotación del rodamiento de *pitch* 54. Por tanto, en dichos modos de realización, la rotación del motor de accionamiento de *pitch* 33 acciona la caja de engranajes de accionamiento de *pitch* 35 y el piñón de accionamiento de *pitch* 37, rotando de este modo el rodamiento de *pitch* 54 y la pala de rotor 22 alrededor del eje de *pitch* 34. De forma similar,

la turbina eólica 10 puede incluir uno o más mecanismos de accionamiento de orientación 38 acoplados de forma comunicativa al controlador 26, estando configurado cada mecanismo de accionamiento de orientación 38 para cambiar el ángulo de la góndola 16 en relación con el viento (por ejemplo, engranando un rodamiento de orientación 56 de la turbina eólica 10).

[0030] Además, el controlador de turbina 26 también se puede acoplar de forma comunicativa a cada mecanismo de ajuste de *pitch* 32 de la turbina eólica 10 (de los que se muestra uno) a través de un controlador de *pitch* 30 separado o solidario (FIG. 1) para controlar y/o alterar el ángulo de *pitch* de las palas de rotor 22 (es decir, un ángulo que determine una perspectiva de las palas de rotor 22 con respecto a la dirección 28 del viento).

[0031] Además, como se muestra en la FIG. 2, se pueden proporcionar uno o más sensores 57, 58, 59 en la turbina eólica 10. Más específicamente, como se muestra, se puede configurar un sensor de pala 57 con una o más de las palas de rotor 22 para monitorizar las palas de rotor 22. Además, como se muestra, se puede proporcionar un sensor de viento 58 en la turbina eólica 10. Por ejemplo, el sensor de viento 58 puede ser una veleta, un anemómetro, un sensor LIDAR u otro sensor adecuado que mide la velocidad y/o dirección del viento. Además, se puede configurar un sensor de *pitch* 59 con cada uno de los mecanismo(s) de accionamiento de *pitch* 32, por ejemplo, con una o más baterías de los motores de accionamiento de *pitch* 33 de los mismos, lo que se analizará con más detalle a continuación. Como tales, los sensores 57, 58, 59 pueden estar, además, en comunicación con el controlador 26 y pueden proporcionar información relacionada al controlador 26. Por ejemplo, el/los sensor(es) de *pitch* 59 puede(n) corresponder a sensores de temperatura que envían señales de temperatura a los controladores 26, 30 para indicar una temperatura real de las baterías de *pitch*, lo que se describe con más detalle en el presente documento. Los sensores adicionales (no ilustrados) pueden incluir sensores de tensión y corriente usados como parte de un sistema de prueba para llevar a cabo operaciones de prueba de una batería para determinar la vida útil restante de la batería de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación.

[0032] También se debe apreciar que, como se usa en el presente documento, el término "monitorizar" y las variaciones del mismo indican que se pueden configurar los diversos sensores de la turbina eólica 10 para proporcionar una medición directa de los parámetros que se monitorizan y/o una medición indirecta de dichos parámetros. Por tanto, los sensores descritos en el presente documento se pueden usar, por ejemplo, para generar señales relacionadas con el parámetro que se monitoriza, que se pueden utilizar a continuación por el controlador 26 para determinar la condición.

[0033] En referencia ahora a la FIG. 3, se ilustra un diagrama de bloques de un modo de realización de componentes adecuados que se pueden incluir dentro del controlador 26 de acuerdo con la presente divulgación. Como se usa en el presente documento, un controlador es un ejemplo de un dispositivo de control. Otros dispositivos de control pueden incluir microcontroladores, microprocesadores, dispositivos de procesamiento, circuitos integrados específicos de la aplicación u otros dispositivos configurados para proporcionar cualquiera de la funcionalidad de control y/o una o más de las operaciones de cualquiera de los procedimientos divulgados en el presente documento.

[0034] Como se muestra, el controlador 26 puede incluir uno o más procesadores 60 y dispositivo(s) de memoria asociado(s) 62 configurados para realizar una variedad de funciones implementadas por ordenador (por ejemplo, realizar los procedimientos, etapas, cálculos y similares y almacenar datos pertinentes como se divulga en el presente documento). Adicionalmente, el controlador 26 también puede incluir un módulo de comunicaciones 64 para facilitar las comunicaciones entre el controlador 26 y los diversos componentes de la turbina eólica 10. Por ejemplo, el controlador 26 puede enviar señales de control (por ejemplo, por medio del módulo de comunicaciones 64) a elementos de conmutación (por ejemplo, relés que acoplan baterías a una carga resistiva).

[0035] Además, el módulo de comunicaciones 64 puede incluir una interfaz de sensor 66 (por ejemplo, uno o más convertidores de analógico a digital) para permitir que las señales transmitidas desde uno o más sensores 57, 58, 59 se conviertan en señales que se puedan entender y procesar por los procesadores 60. Se debe apreciar que los sensores 57, 58, 59 se pueden acoplar de forma comunicativa al módulo de comunicaciones 64 usando cualquier medio adecuado. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, los sensores 57, 58, 59 están acoplados a la interfaz de sensor 66 por medio de una conexión por cable. Sin embargo, en otros modos de realización, los sensores 57, 58, 59 se pueden acoplar a la interfaz de sensor 66 por medio de una conexión inalámbrica, tal como usando cualquier protocolo de comunicaciones inalámbricas adecuado conocido en la técnica.

[0036] Otros sensores pueden estar en comunicación con el controlador 26. Por ejemplo, un sensor de tensión 158 puede estar en comunicación con el controlador 26. El sensor de tensión 158 puede ser parte de un sistema de prueba para una batería para alimentar un mecanismo de ajuste de *pitch*. El sensor de tensión 158 se puede configurar para medir una tensión de salida (por ejemplo, tensión de descarga) de la batería cuando la batería está acoplada a una carga resistiva de prueba.

[0037] Un sensor de corriente 159 puede estar en comunicación con el controlador 26. El sensor de corriente 159 puede ser parte de un sistema de prueba para una batería para alimentar un mecanismo de ajuste de *pitch*.

El sensor de corriente 159 se puede configurar para medir una corriente de salida (por ejemplo, corriente de descarga) de la batería cuando la batería está acoplada a una carga resistiva de prueba.

[0038] Como se usa en el presente documento, el término "procesador" no solo se refiere a circuitos integrados a los que se hace referencia en la técnica como que están incluidos en un ordenador, sino que también se refiere a un controlador, un microcontrolador, un microordenador, un controlador de lógica programable (PLC), un circuito integrado específico de la aplicación y otros circuitos programables. Adicionalmente, el/los dispositivo(s) de memoria 62 puede(n) comprender, en general, un elemento(s) de memoria, incluyendo, pero sin limitarse a, medio legible por ordenador (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM)), medio no volátil legible por ordenador (por ejemplo, una memoria *flash*), un disquete, una memoria de solo lectura en disco compacto (CD-ROM), un disco magnetoóptico (MOD), un disco versátil digital (DVD) y/u otros elementos de memoria adecuados. Dicho(s) dispositivo(s) de memoria 62 se puede(n) configurar, en general, para almacenar instrucciones legibles por ordenador adecuadas que, cuando se implementan por el/los procesador(es) 60, configuran el controlador 26 para que realice diversas funciones incluyendo, pero sin limitarse a, transmitir señales de control adecuadas para implementar una acción/acciones correctiva(s) en respuesta a una señal de distancia que excede un umbral predeterminado como se describe en el presente documento, así como diversas otras funciones implementadas por ordenador adecuadas.

[0039] En referencia ahora a la FIG. 4, se ilustra un diagrama esquemático de un modo de realización de un sistema de *pitch* 70 global para la turbina eólica 10. Más específicamente, como se muestra, el sistema de *pitch* 70 puede incluir una pluralidad de mecanismos de accionamiento de *pitch* 32, es decir, uno para cada eje de *pitch* 34. Además, como se muestra, cada uno de los mecanismos de accionamiento de *pitch* se puede acoplar de forma comunicativa a la red eléctrica 45, así como a una o más baterías de reserva 72. Más específicamente, como se muestra, cada mecanismo de accionamiento de *pitch* 32 se puede asociar con una pluralidad de baterías de reserva 72 que están almacenadas en un armario para baterías 74. Por tanto, en determinados modos de realización, los armarios para baterías 74 pueden ser recipientes aislados térmicamente.

[0040] Durante el funcionamiento normal de la turbina eólica 10, los motores de accionamiento de *pitch* 33 se accionan por la red eléctrica 45. Sin embargo, en algunos casos, tal como durante un evento de red adverso o pérdida de red, se pueden accionar los motores de accionamiento de *pitch* 33 por una o más baterías de reserva 72. Si el *pitch* de las palas de rotor 22 se basa en dichas baterías 72 (es decir, debido a una pérdida de red), es importante garantizar que las baterías 72 puedan funcionar cuando sea necesario. Por tanto, el controlador de turbina 26 (o controlador de *pitch* 30) está configurado para implementar una estrategia de control para estimar la duración de batería consumida de una o más de las baterías 72 de los mecanismos de accionamiento de *pitch* 32 para reducir las cargas dañinas que se producen durante un evento de red adverso de una turbina eólica 10 o cualquier otro escenario donde se use potencia de batería para *pitch* las palas de rotor 22.

[0041] La FIG. 5 representa un sistema de prueba 100 de ejemplo para llevar a cabo una operación de prueba de una batería para determinar la vida útil restante de una batería (por ejemplo, baterías 72) de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. El sistema de prueba 100 incluye un elemento de conmutación 110, tal como uno o más relés, transistores u otros elementos de conmutación que se pueden controlar para estar en un estado conductor o en un estado no conductor. El sistema de prueba 100 incluye una carga resistiva 120 (por ejemplo, una carga resistiva de prueba). Un dispositivo de control (por ejemplo, el controlador 26) puede controlar el elemento de conmutación 110 para acoplar la batería 72 a la carga resistiva 120 para llevar a cabo una operación de prueba durante un intervalo de tiempo. La duración del intervalo de tiempo puede ser, por ejemplo, aproximadamente 6 segundos, aproximadamente 5 segundos, aproximadamente 10 segundos, aproximadamente 1 segundo o cualquier otro intervalo de tiempo adecuado. Durante la operación de prueba, la batería 72 se descarga a través de la carga resistiva 120.

[0042] El sistema de prueba 100 puede incluir un sensor de tensión 158 y un sensor de corriente 159. El sensor de tensión 158 puede monitorizar una tensión de salida/tensión de descarga (V_L) para la batería 72 durante la descarga de la batería 72 a través de la carga 120. El sensor de corriente 159 puede monitorizar una corriente de salida/corriente de descarga (I_L) de la batería 72 a través de la carga 120. El sistema de prueba también puede incluir un sensor 59 (FIG. 4) que mide una temperatura asociada con la batería 72. Por ejemplo, el sensor 59 puede medir la temperatura de un armario para baterías 74 que encierra la batería 72. En algunos modos de realización, debido a que la temperatura de la batería se puede rezagar de la temperatura medida en el armario, se puede usar un modelo para estimar la temperatura interna de la batería en base a la temperatura de armario medida. El modelo puede correlacionar la temperatura interna en relación con la temperatura de armario medida con el tiempo. Como otro ejemplo, el sensor 59 puede medir una temperatura asociada con uno o más cargadores de batería usados para cargar la batería.

[0043] El dispositivo de control (por ejemplo, el controlador 26) se puede configurar para determinar una vida útil restante para la batería 72 en base a datos indicativos de la temperatura asociada con la batería, la tensión de descarga V_L y la corriente de descarga I_L . Por ejemplo, el controlador 26 puede ejecutar instrucciones legibles por ordenador almacenadas en una memoria para realizar operaciones para determinar una vida útil restante para la batería 72.

[0044] Por ejemplo, la FIG. 6 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo (200) (por ejemplo, operaciones) para determinar una vida útil restante de una batería de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. El procedimiento (200) se puede implementar, por ejemplo, por el controlador 26 u otro(s) dispositivo(s) de control. La FIG. 6 representa las etapas realizadas en un orden particular con 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 adaptar, expandir, reorganizar, realizar simultáneamente y/o reorganizar de diversas maneras sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

[0045] En (202), el procedimiento puede incluir controlar una descarga de la batería a través de una carga. Por ejemplo, el controlador 26 puede enviar una señal de control al elemento de conmutación 110 para acoplar la batería 72 a la carga resistiva 120.

[0046] En (204), el procedimiento puede incluir obtener datos indicativos de una tensión de descarga de la batería durante la descarga a través de la carga. Por ejemplo, el controlador 26 puede obtener datos del sensor de tensión 158 indicativos de la tensión de descarga V_L .

[0047] En (206), el procedimiento puede incluir obtener datos indicativos de una corriente de descarga de la batería durante la descarga a través de la carga. Por ejemplo, el controlador 26 puede obtener datos del sensor de corriente 159 indicativos de la corriente de descarga I_L .

[0048] En (208), el procedimiento puede incluir obtener datos indicativos de una temperatura asociada con la batería, tal como una temperatura del gabinete que aloja la batería y/o una temperatura de uno o más cargadores de batería usados para cargar la batería. Por ejemplo, el controlador 26 puede obtener datos del sensor de temperatura 59 indicativos de una temperatura del armario para baterías 74 de la batería 72.

[0049] En (210), el procedimiento puede incluir determinar datos indicativos de la vida útil restante de la batería. Por ejemplo, el controlador 26 puede ejecutar lógica (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador) para realizar operaciones para determinar la vida útil restante de la batería en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la tensión de descarga V_L , los datos indicativos de la corriente de descarga I_L y la temperatura asociada con la batería 72.

[0050] En modos de realización de ejemplo, los datos indicativos de la vida útil restante se pueden asociar con la resistencia interna de la batería. La resistencia interna se puede determinar en función de al menos la tensión de descarga y la corriente de descarga como se analiza con referencia a la FIG. 7 a continuación.

[0051] En algunos modos de realización, los datos indicativos de la vida útil estimada de la batería pueden incluir una proporción ("*ratio*") de una diferencia entre la resistencia interna y una resistencia al final de la vida útil asociada con la batería con respecto a una diferencia entre una resistencia al comienzo de la vida útil y una resistencia al final de la vida útil asociada con la batería.

[0052] Como se usa en el presente documento, una resistencia al final de la vida útil de una batería se refiere a un valor de resistencia igual o cercano a la resistencia interna de una batería al final de su vida útil (por ejemplo, dentro de un 20 % de la resistencia interna de la batería al final de su vida útil). La resistencia al final de la vida útil puede variar en función de la temperatura asociada con la batería. La resistencia al final de la vida útil se puede determinar a partir de la especificación del fabricante de la batería o a partir de datos de prueba de pruebas de baterías de construcción similar.

[0053] Como se usa en el presente documento, una resistencia al comienzo de la vida útil de una batería se refiere a un valor de resistencia igual o cercano a la resistencia interna de una batería al comienzo de la vida útil (por ejemplo, dentro de un 20 % de la resistencia interna de la batería al comienzo de la vida útil). La resistencia al comienzo de la vida útil puede variar en función de la temperatura asociada con la batería. La resistencia al comienzo de la vida útil se puede determinar a partir de la especificación del fabricante de la batería o a partir de datos de prueba de pruebas de baterías de construcción similar.

[0054] La FIG. 7 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo (300) de realización de operaciones para determinar datos indicativos de la vida útil restante de la batería de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. El procedimiento (300) se puede implementar, por ejemplo, por el controlador 26 u otro(s) dispositivo(s) de control. La FIG. 7 representa las etapas realizadas en un orden particular con 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 adaptar, expandir, reorganizar, realizar simultáneamente y/o reorganizar de diversas maneras sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

[0055] En (302), el procedimiento incluye determinar una resistencia interna de la batería en función de al menos la tensión de descarga y la corriente de descarga. Por ejemplo, en una implementación, la resistencia interna se puede determinar determinando una diferencia entre una tensión sin carga de la batería y la tensión de descarga de la batería. La diferencia se puede dividir entre la corriente de descarga. Como ejemplo, la resistencia interna de la batería se puede determinar en base, al menos en parte, a lo siguiente:

$$R_{\text{Interna}} = (V_{\text{Sin carga}} - V_L) / I_L$$

donde R_{Interna} es la resistencia interna, $V_{\text{Sin carga}}$ es una tensión sin carga asociada con la batería, V_L es la tensión de descarga e I_L es la corriente de descarga. En algunos modos de realización, $V_{\text{Sin carga}}$ puede ser una constante que se obtiene a partir de las especificaciones del fabricante o de pruebas de baterías de construcción similar.

[0056] En (304), el procedimiento puede incluir obtener datos indicativos de la resistencia al comienzo de la vida útil y de la resistencia al final de la vida útil de la batería. Como estos valores pueden depender de la temperatura, la resistencia al comienzo de la vida útil y al final de la vida útil para la batería se puede determinar en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la temperatura asociada con la batería.

[0057] En (306), el procedimiento puede incluir determinar una primera diferencia entre la resistencia interna y la resistencia al final de la vida útil. Por ejemplo, la resistencia interna se puede restar de la resistencia al final de la vida útil (o viceversa) para determinar la primera diferencia.

[0058] En (308), el procedimiento puede incluir determinar una segunda diferencia entre la resistencia al comienzo de la vida útil y la resistencia al final de la vida útil. Por ejemplo, la resistencia al comienzo de la vida útil se puede restar de la resistencia al final de la vida útil (o viceversa) para determinar la segunda diferencia.

[0059] En (310), el procedimiento puede incluir determinar una proporción de la primera diferencia y la segunda diferencia. Por ejemplo, la primera diferencia se puede dividir entre la segunda diferencia.

[0060] En (312), la proporción se puede expresar como un porcentaje de la vida útil restante. Por ejemplo, si se determina que la proporción es 0,20, el porcentaje de vida útil restante puede ser de un 20 %. Como otro ejemplo, si se determina que la proporción es 0,34, el porcentaje de vida útil restante puede ser de un 34 %.

[0061] La FIG. 8 representa una representación gráfica de la determinación de una vida útil restante de una batería de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. La FIG. 8 representa gráficamente la temperatura medida a lo largo del eje horizontal y la resistencia interna de la batería a lo largo del eje vertical. La curva 410 representa la resistencia al comienzo de la vida útil en función de la temperatura. La curva 420 representa la resistencia al final de la vida útil en función de la temperatura. La curva 430 representa una resistencia umbral en función de la temperatura. La curva 430 se puede usar para determinar cuándo adoptar una acción de control en base a la resistencia interna. Como se muestra en la FIG. 8, la resistencia calculada se puede usar para determinar un porcentaje de vida útil restante. El área 440 representa el porcentaje de vida útil restante de la batería. En algunos modos de realización, la curva de umbral 430 se puede compensar en base a la carga de la batería, especialmente en casos donde las baterías no están completamente cargadas.

[0062] En referencia de nuevo a la FIG. 6 en (212), el procedimiento puede incluir realizar al menos una acción de control en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la vida útil restante de la batería. Por ejemplo, el controlador 26 puede implementar al menos una acción de control en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la vida útil restante de la batería.

[0063] En algunos modos de realización, si los datos indicativos de la vida útil restante de la batería descienden por debajo de un umbral, el procedimiento puede incluir realizar la acción de control. En algunos modos de realización, la operación de prueba se puede realizar múltiples veces a intervalos de tiempo regulares o irregulares para determinar una pluralidad de estimaciones de la vida útil restante para la batería (por ejemplo, una pluralidad de resistencias internas para la batería). Se puede determinar una vida útil restante promedio para la batería. Se puede realizar una acción de control cuando la vida útil restante promedio desciende por debajo de un umbral.

[0064] La acción de control puede incluir proporcionar una notificación de una condición de falla asociada con la batería. Por ejemplo, el controlador 26 puede enviar una notificación usando cualquier dispositivo de salida adecuado (por ejemplo, pantalla de visualización, indicador visual, altavoz de audio u otro dispositivo de salida adecuado) indicativo de una condición de falla de la batería. La condición de falla puede ser indicativa de que la batería se está acercando al final de su vida útil. La notificación se puede asociar con el reemplazo de la batería. Por ejemplo, en respuesta a la notificación, la batería se puede reemplazar por una batería nueva o una batería con mayor vida útil restante.

[0065] Adicionalmente y/o de forma alternativa, la acción de control puede incluir apagar la turbina eólica hasta que se reemplace la batería. Por ejemplo, la turbina se puede apagar cuando la vida útil restante de la batería esté por debajo de un determinado umbral. Este umbral puede estar lo suficientemente alejado del umbral de final de la vida útil para evitar que la batería falle antes de la próxima prueba.

[0066] En algunos modos de realización, el procedimiento se puede realizar y/o modificar en base a datos de múltiples baterías. Por ejemplo, los datos de una batería se pueden comparar con los datos de un conjunto de baterías, tales como un conjunto de baterías dentro del mismo eje, turbina o grupo de antigüedad. Si, por ejemplo, varias o todas las baterías en el conjunto presentan la misma característica, tal como estar a una tensión similar por debajo del umbral de final de la vida útil, se puede determinar que una condición tal como la temperatura está provocando la característica. En respuesta a esto, se puede modificar el procedimiento. Por ejemplo, el umbral de tensión se puede ajustar o entrenar a temperaturas variables para reflejar la desviación aprendida de la experiencia de campo para reflejar mejor el umbral de final de la vida útil real a cada temperatura.

[0067] En modos de realización, la frecuencia de las pruebas se determina en base a los datos de la batería. La frecuencia de las pruebas se basa en la vida útil restante de la batería. La frecuencia de las pruebas se incrementa a medida que la batería se acerca al final de su vida útil. Por ejemplo, el controlador 26 se puede configurar para someter a prueba la batería con poca frecuencia cerca del comienzo de su vida útil y gradualmente con mayor frecuencia a medida que se acerca al final de su vida útil. Esto puede reducir el ciclo innecesario de las baterías provocado por las pruebas mientras se garantiza que una batería no llegue al final de su vida útil y falle entre pruebas.

[0068] En algunos modos de realización, se pueden identificar patrones anteriores de errores, tales como si el procedimiento no fue eficaz para detectar una batería defectuosa antes de la falla. Estos patrones anteriores de errores se pueden usar para modificar el procedimiento. Por ejemplo, los patrones anteriores de errores se pueden usar para detectar que el algoritmo, en general, no fue eficaz al detectar baterías defectuosas bajo un determinado patrón de turbina o condiciones ambientales. El algoritmo se puede ajustar o modificar, a continuación, en base al patrón anterior de errores.

[0069] En algunos modos de realización, se puede usar una verificación adicional para ayudar a determinar positivos falsos. Por ejemplo, se puede marcar la batería para una nueva verificación en base a un algoritmo de nueva verificación para evitar un reemplazo anticipado en base a un positivo falso. Adicionalmente y/o de forma alternativa, se pueden considerar los datos de batería, tal como por un ser humano, y determinar que están en una condición de positivo falso, en este caso se pueden adoptar medidas tales como una nueva prueba y/o ignorar el positivo falso.

[0070] La FIG. 9 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo (500) para evitar daños a una turbina eólica de acuerdo con modos de realización de ejemplo de la presente divulgación. El procedimiento (500) se puede implementar al menos parcialmente, por ejemplo, por el controlador 26 u otro(s) dispositivo(s) de control. El procedimiento (500) se usa para garantizar que una batería usada para alimentar un sistema de *pitch* de una turbina eólica no falle durante el funcionamiento. La FIG. 9 representa las etapas realizadas en un orden particular con 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 adaptar, expandir, reorganizar, realizar simultáneamente y/o reorganizar de diversas maneras sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

[0071] En (502), el procedimiento incluye llevar a cabo una operación de prueba de la batería, tal como cualquiera de las operaciones de prueba de la batería divulgadas en el presente documento. En (504), el procedimiento incluye determinar datos indicativos de la vida útil restante de una batería de acuerdo con cualquiera de los procedimientos u operaciones para determinar la vida útil restante divulgados en el presente documento. En (506), se puede determinar una condición de falla en base a la vida útil restante de la batería. Por ejemplo, se puede determinar una condición de falla cuando la vida útil restante de la batería está por debajo de un umbral. En (508), el procedimiento puede incluir reemplazar la batería en respuesta a la condición de falla. De esta manera, el procedimiento puede incrementar la probabilidad de que una batería nueva esté disponible para alimentar un sistema de *pitch* de una turbina eólica.

[0072] Esta descripción escrita usa ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferente y, también, para posibilitar que cualquier experto en la técnica ponga en práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención se define por las reivindicaciones y puede incluir otros ejemplos que conciben los expertos en la técnica. Se pretende que dichos otros ejemplos estén dentro del alcance de las reivindicaciones si incluyen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones o si incluyen elementos estructurales con diferencias insustanciales de los lenguajes literales de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (200) para determinar la vida útil restante de una batería (72) usada para alimentar un sistema de *pitch* de una turbina eólica, comprendiendo el procedimiento (200) llevar a cabo operaciones de prueba de la batería, en el que cada operación de prueba comprende:
5 controlar (202), por uno o más dispositivos de control (26), una descarga de la batería (72) a través de una carga (120);
10 obtener (204), por el uno o más dispositivos de control (26), datos indicativos de una tensión de descarga y (206) una corriente de descarga de la batería (72) durante la descarga a través de la carga (120);
15 obtener (208), por el uno o más dispositivos de control (26), datos indicativos de una temperatura asociada con la batería (72) durante la descarga a través de la carga (120);
 determinar (210), por el uno o más dispositivos de control (26), datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72) en función de la tensión de descarga, la corriente de descarga y la temperatura; y
 realizar (212), por el uno o más dispositivos de control (26), al menos una acción de control en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72);

 en el que las operaciones de prueba se llevan a cabo con mayor frecuencia a medida que la batería se acerca a un final de la vida útil de la batería.
20 2. El procedimiento (200) de la reivindicación 1, en el que los datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72) están asociados con una resistencia interna de la batería (72), la resistencia interna determinada en función de al menos la tensión de descarga y la corriente de descarga.
25 3. El procedimiento (200) de la reivindicación 2, en el que los datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72) comprenden una proporción de una diferencia entre la resistencia interna y una resistencia al final de la vida útil de la batería con respecto a una diferencia entre una resistencia al comienzo de la vida útil y la resistencia al final de la vida útil de la batería.
30 4. El procedimiento (200) de la reivindicación 3, en el que la resistencia al comienzo de la vida útil y la resistencia al final de la vida útil se determinan en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la temperatura de la batería (72).
35 5. El procedimiento (200) de la reivindicación 3 o 4, en el que (210) determinar, por el uno o más dispositivos de control (26), datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72) comprende:
40 determinar (302), por el uno o más dispositivos de control (26), la resistencia interna de la batería (72) en función de al menos la tensión de descarga y la corriente de descarga;
 obtener (304), por el uno o más dispositivos de control (26), la resistencia al comienzo de la vida útil y la resistencia al final de la vida útil para la batería (72); y
45 determinar (306), por el uno o más dispositivos de control (26), una primera diferencia entre la resistencia interna y la resistencia al final de la vida útil;
 determinar (308), por el uno o más dispositivos de control (26), una segunda diferencia entre la resistencia al comienzo de la vida útil y la resistencia al final de la vida útil; y
50 determinar (310), por el uno o más dispositivos de control (26), una proporción de la primera diferencia con respecto a la segunda diferencia; y
 determinar (312), por el uno o más dispositivos de control, un porcentaje de vida útil restante en base a la proporción.
55 6. El procedimiento 200 de cualquier reivindicación precedente, en el que la al menos una acción de control comprende proporcionar una notificación de una condición de falla en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72).
60 7. El procedimiento (200) de la reivindicación 6, en el que la notificación está asociada con el reemplazo de la batería (72).
8. El procedimiento (200) de la reivindicación 6 o 7, en el que el procedimiento comprende:
 determinar un porcentaje promedio de vida útil restante para la batería (72) en base, al menos en parte, a una pluralidad de resistencias internas determinadas para cada uno de una pluralidad de intervalos de tiempo; y
 proporcionar la notificación de una condición de falla en base, al menos en parte, al porcentaje promedio de vida útil.

9. El procedimiento (200) de cualquier reivindicación precedente, en el que la batería (72) está almacenada en un armario para baterías (74), correspondiendo la temperatura asociada con la batería (72) a una temperatura de armario del armario para baterías (74).
- 5 10. El procedimiento (200) de cualquier reivindicación precedente, en el que la batería (72) está almacenada en un armario para baterías (74) que contiene una o más baterías y uno o más cargadores de batería, correspondiendo la temperatura asociada con la batería (72) a la temperatura del uno o más cargadores de baterías.
- 10 11. Un sistema de prueba (100) configurado para someter a prueba la vida útil restante de una batería (72) usada para alimentar un sistema de *pitch* (32) en una turbina eólica (10), comprendiendo el sistema de prueba:

15 una carga resistiva (120);
un sensor de tensión (158) configurado para medir una tensión de descarga de la batería (72);
un sensor de corriente (159) configurado para medir una corriente de descarga de la batería (72);
un sensor de temperatura (59) configurado para medir una temperatura asociada con la batería (72);
un dispositivo de conmutación (110) configurado para acoplar la carga resistiva (120) a la batería (72);
y
20 un dispositivo de control (26) que tiene uno o más procesadores (60) configurados para ejecutar instrucciones legibles por ordenador almacenadas en uno o más dispositivos de memoria (62) para realizar operaciones de prueba de la batería, en el que cada operación de prueba comprende:

25 controlar el dispositivo de conmutación (110) para acoplar la carga resistiva (120) a la batería (72) y descargar la batería (72) a través de la carga resistiva (120);
obtener datos indicativos de una tensión de descarga de la batería (72) durante la descarga a través de la carga resistiva (120) del sensor de tensión (158);
obtener datos indicativos de una corriente de descarga de la batería (72) durante la descarga a través de la carga resistiva (120) del sensor de corriente (159);
30 obtener datos indicativos de la temperatura asociada con la batería (72) durante la descarga a través de la carga resistiva (120); y
determinar datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72) en función de la tensión de descarga, la corriente de descarga y la temperatura; y
realizar (212) al menos una acción de control en base, al menos en parte, a los datos indicativos de
35 la vida útil restante de la batería (72);

en el que el dispositivo de control (26) está configurado para llevar a cabo las operaciones de prueba con mayor frecuencia a medida que la batería se acerca a un final de la vida útil de la batería.
- 40 12. El sistema (100) de la reivindicación 11, en el que los datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72) están asociados con una resistencia interna de la batería (72), la resistencia interna determinada en función de al menos la tensión de descarga y la corriente de descarga.
- 45 13. El sistema (100) de la reivindicación 12, en el que los datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72) comprenden una proporción de una diferencia entre la resistencia interna y una resistencia al final de la vida útil de la batería (72) con respecto a una diferencia entre una resistencia al comienzo de la vida útil y la resistencia al final de la vida útil de la batería (72).
- 50 14. El sistema (100) de la reivindicación 13, en el que la resistencia al comienzo de la vida útil y la resistencia al final de la vida útil se determinan en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la temperatura de la batería (72).
- 55 15. El sistema (100) de cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el que la al menos una acción de control comprende proporcionar una notificación de una condición de falla en base, al menos en parte, a los datos indicativos de la vida útil restante de la batería (72), en el que la notificación está asociada con el reemplazo de la batería (72).

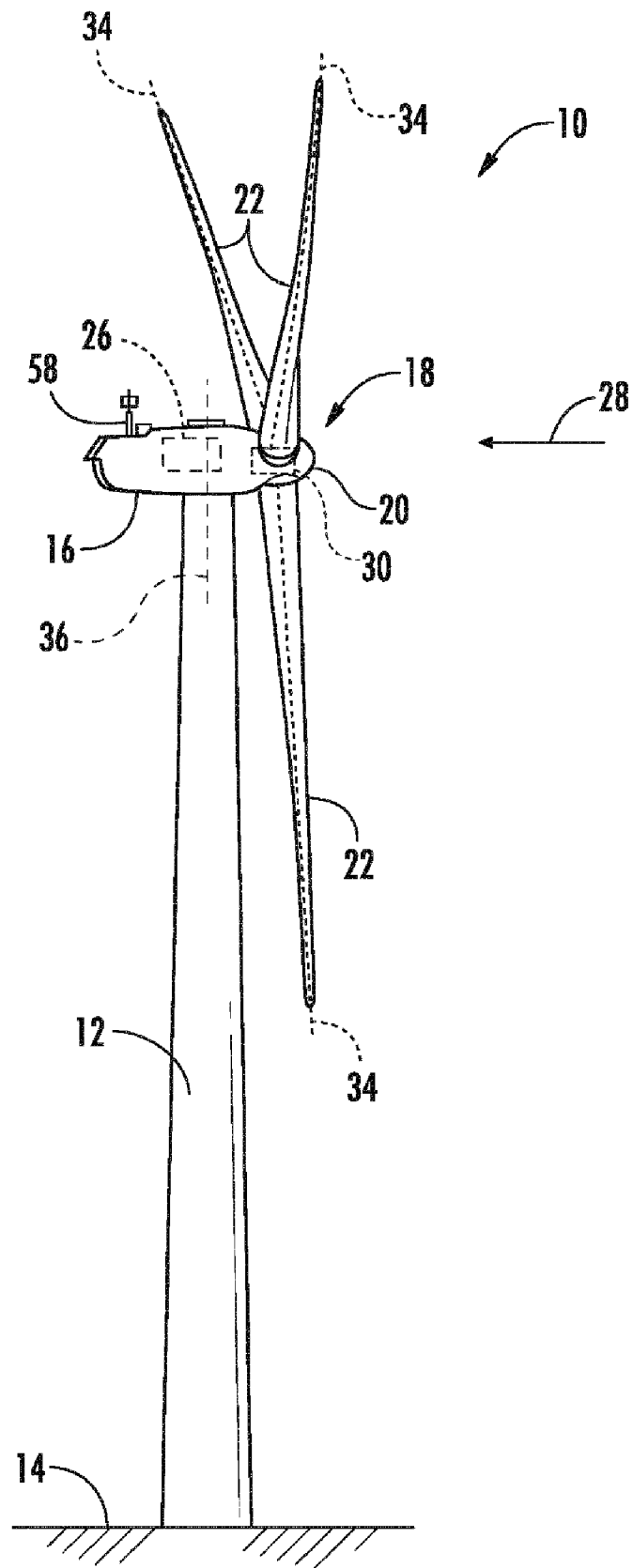
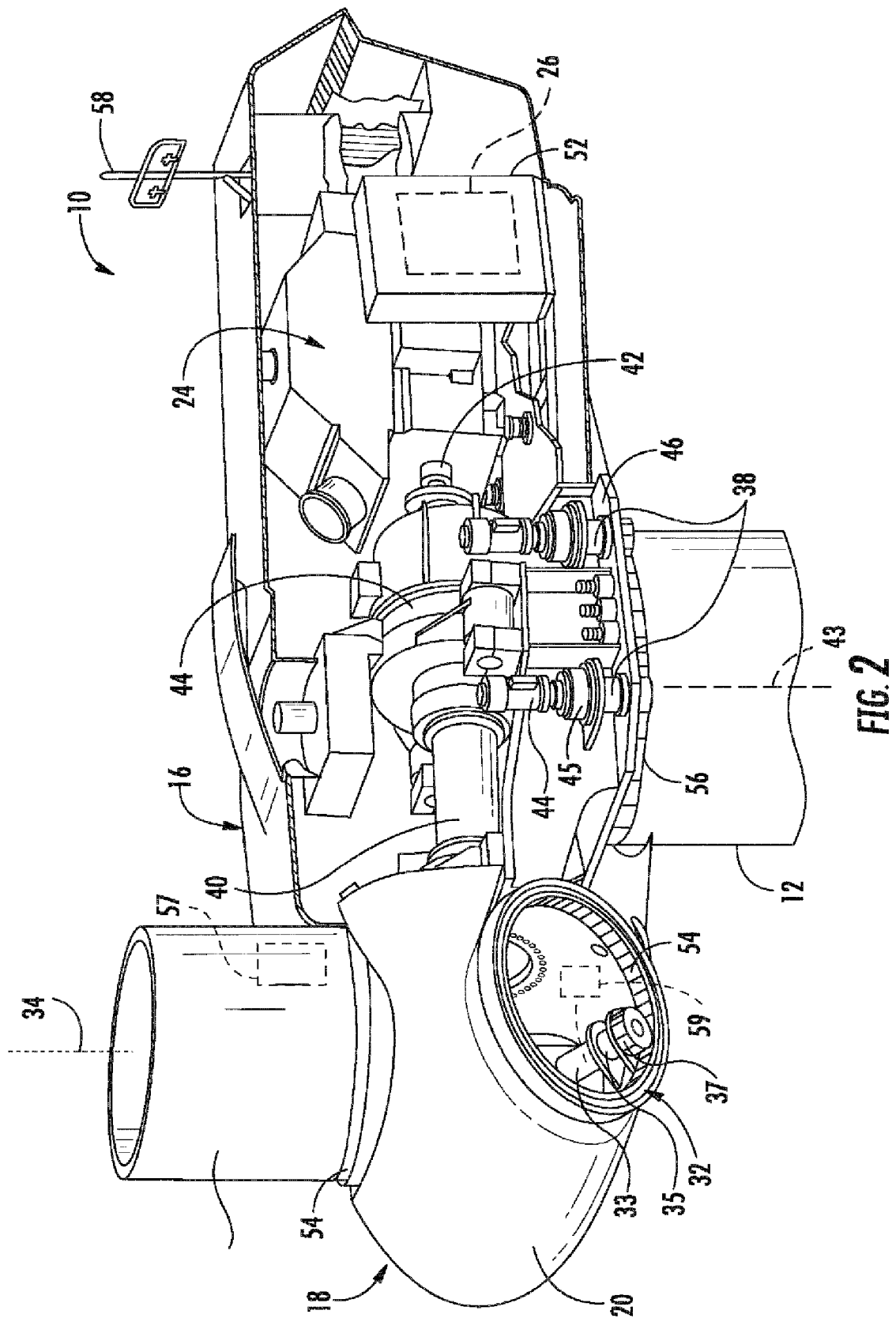


FIG. 1



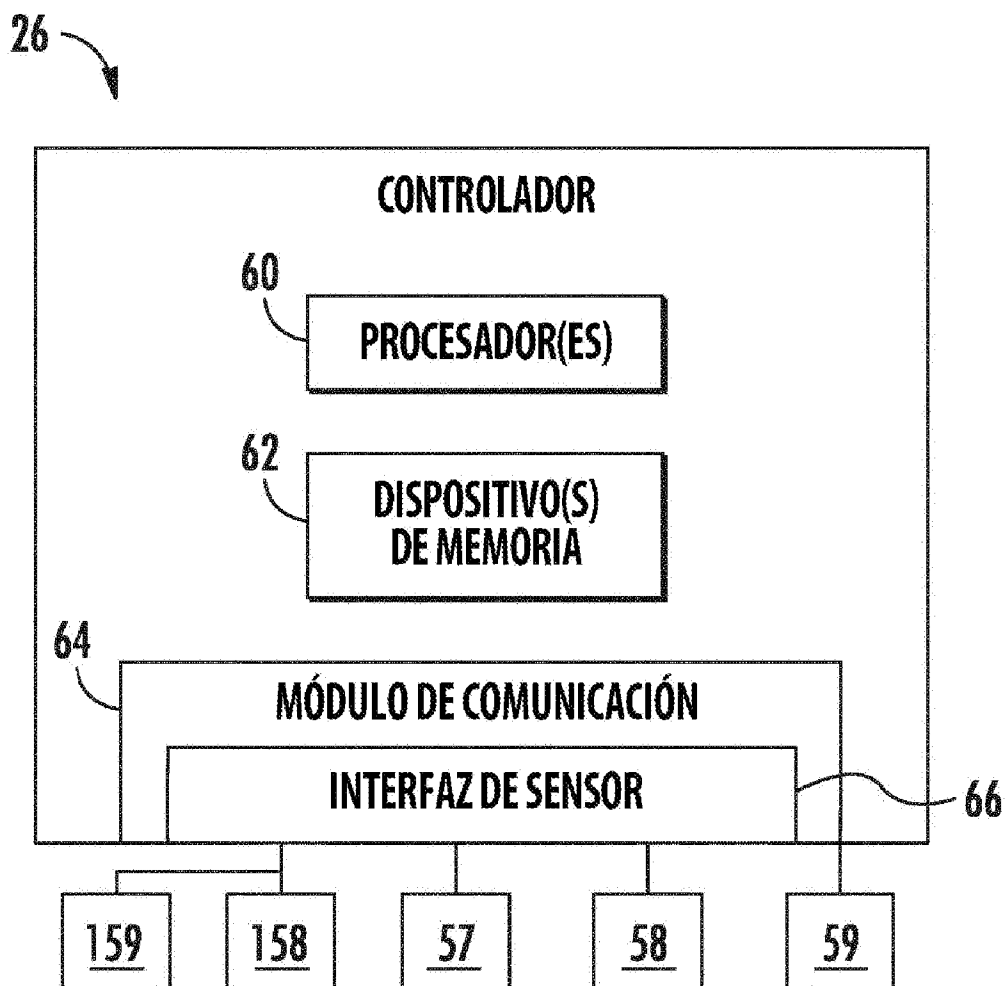


FIG. 3

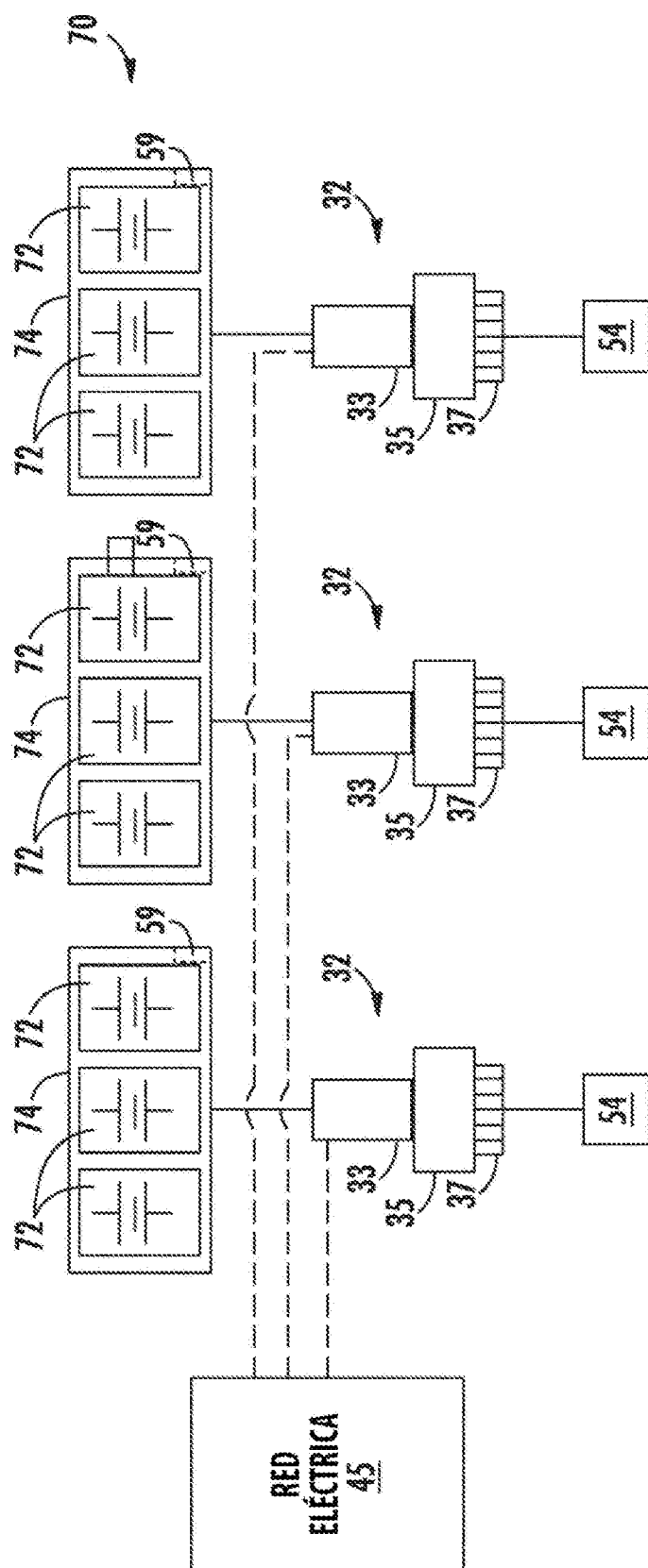


FIG. 4

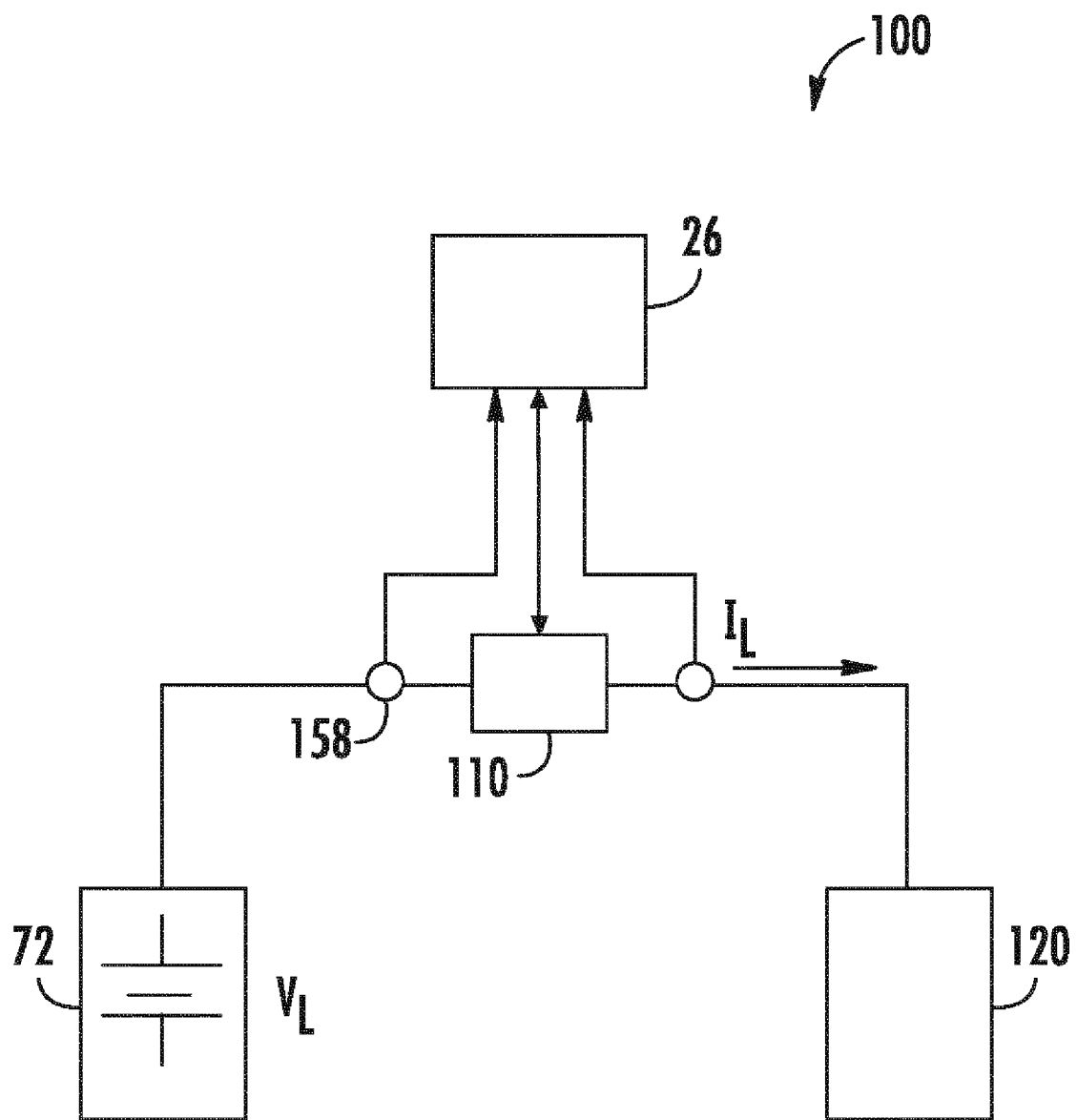


FIG. 5

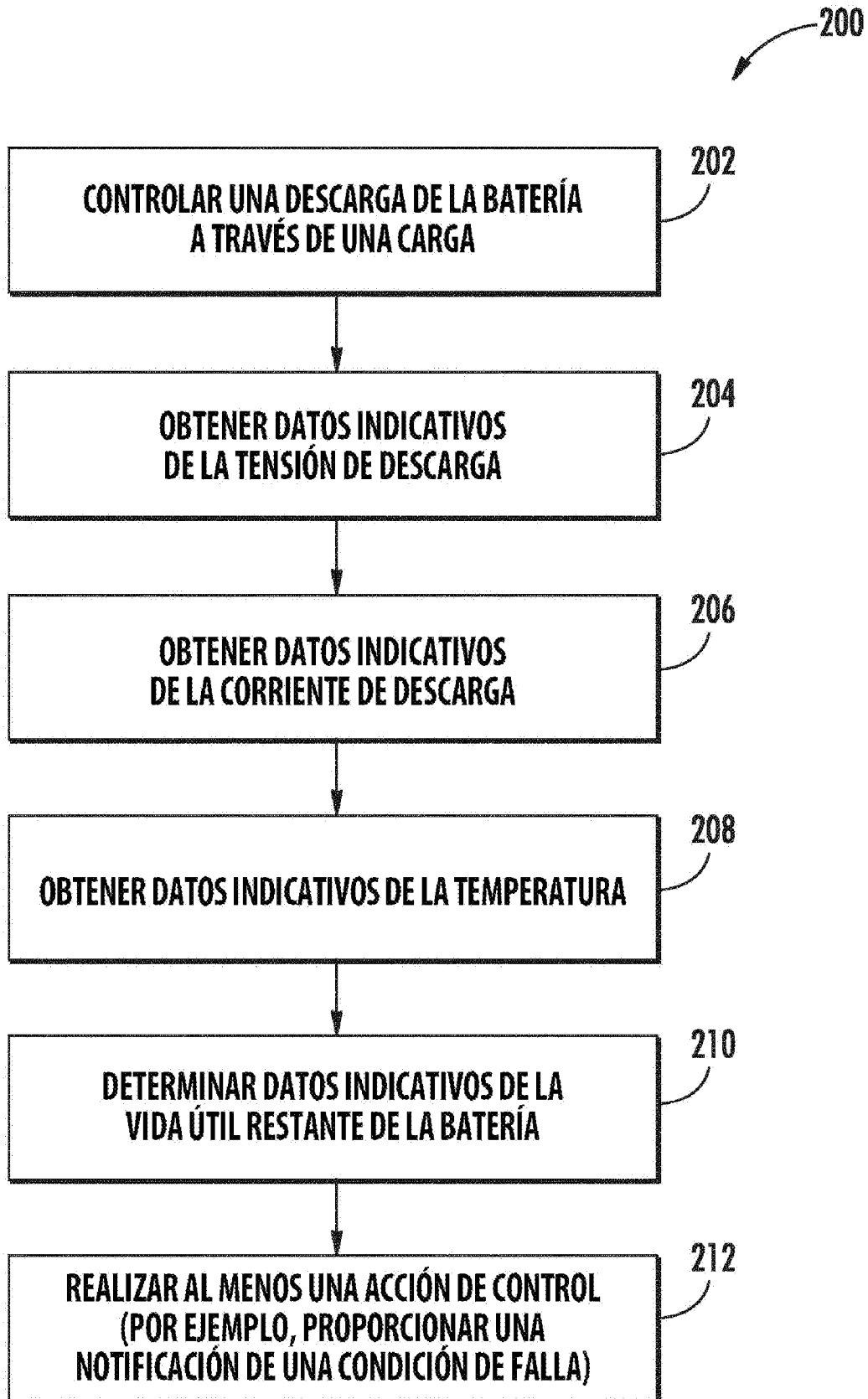


FIG. 6

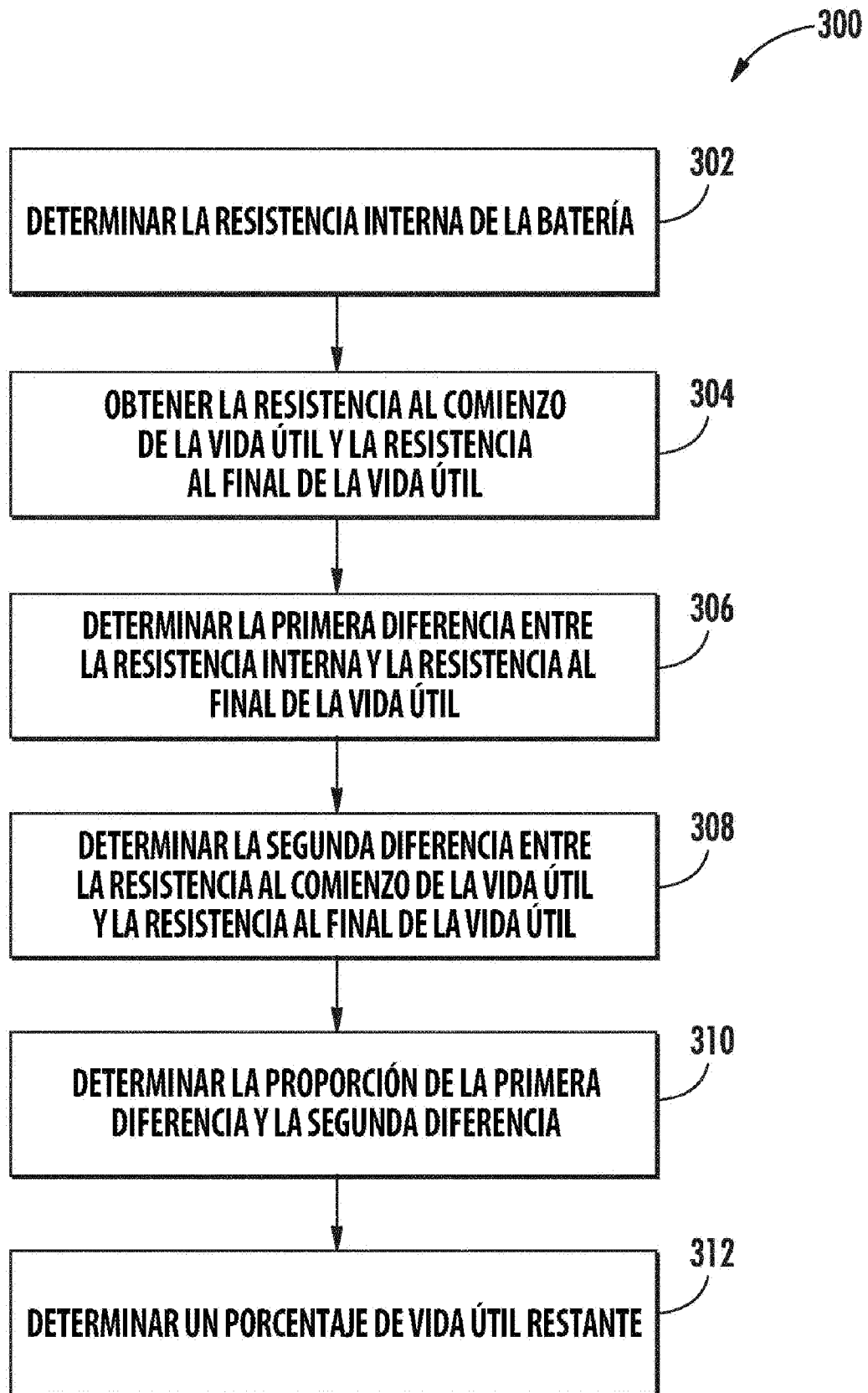


FIG. 7

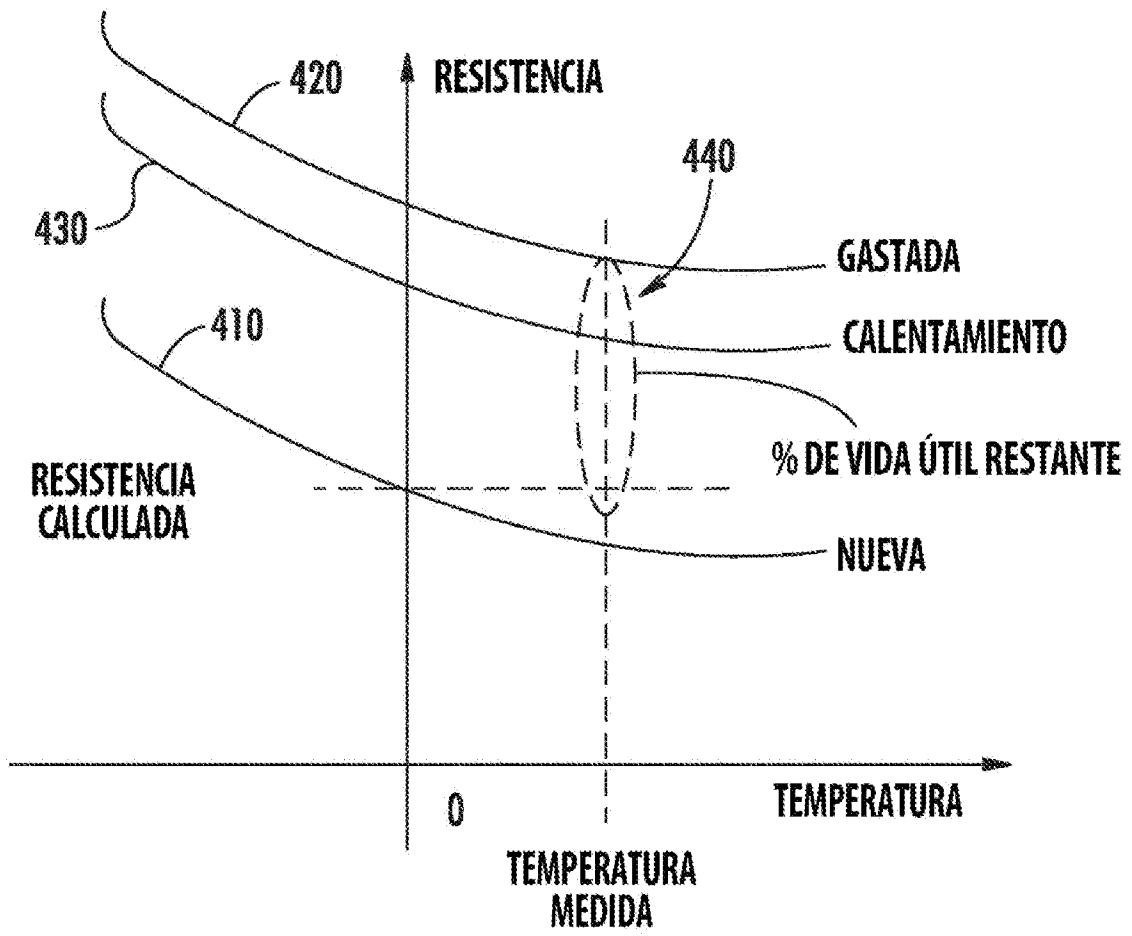


FIG. 8

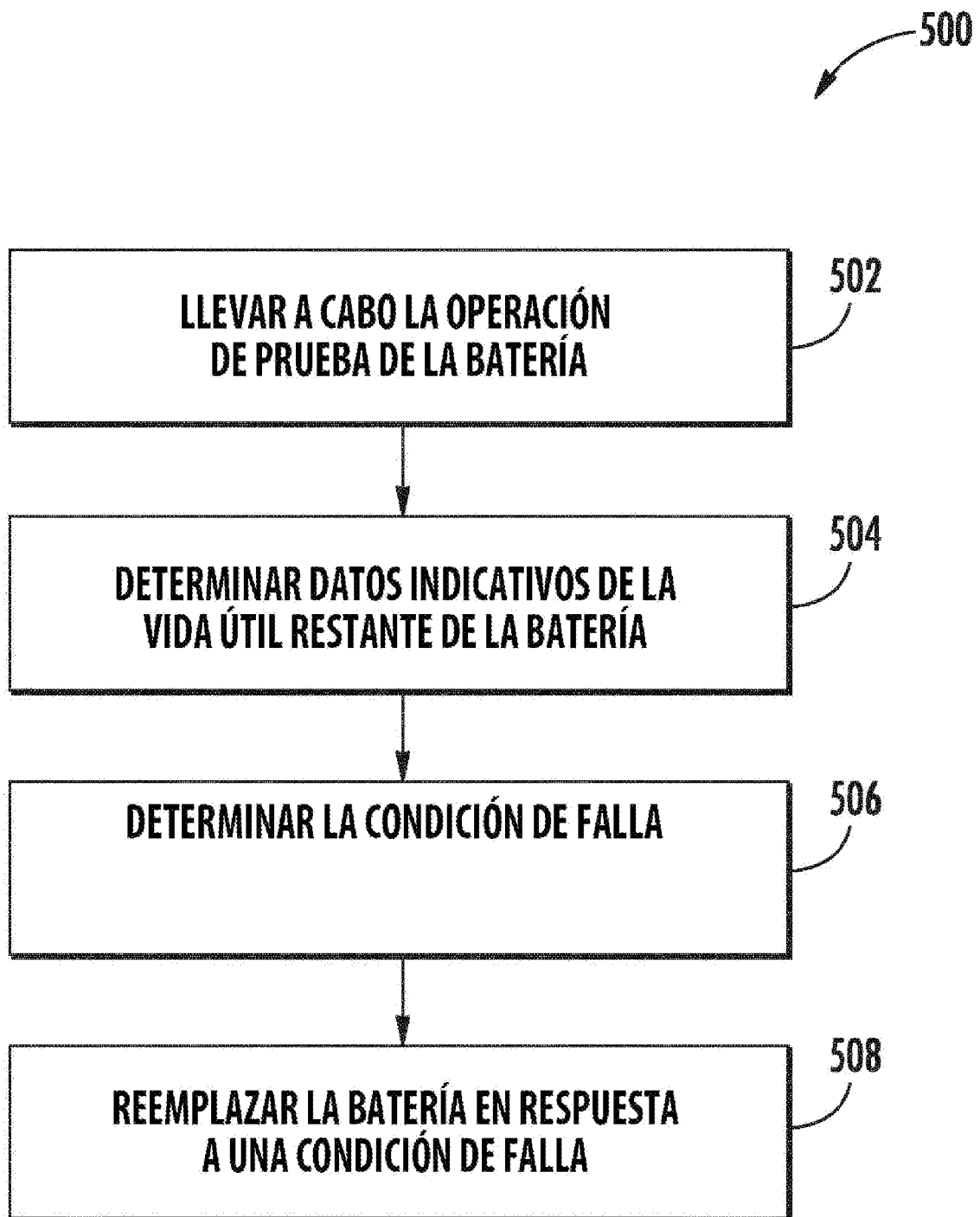


FIG. 9