

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 914 059**

51 Int. Cl.:

F03D 17/00 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

F16H 57/01 (2012.01)

F16H 57/025 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2014 E 14181595 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2022 EP 2846039**

54 Título: **Sistema y método para monitorizar carga de turbina eólica**

30 Prioridad:

06.09.2013 US 201314019838

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

07.06.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MASHTARE, DALE ROBERT;
MADGE, JAMES HENRY;
MEHENDALE, CHARUDATTA SUBHASH;
GOLLER, GEORGE ALBERT y
SHANE, CONNER B.**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 914 059 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para monitorizar carga de turbina eólica

5 **[0001]** La presente divulgación se refiere en general a turbinas eólicas y, más concretamente, a sistemas y métodos para monitorizar carga de turbinas eólicas.

[0002] La energía eólica se considera una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente que existen en la actualidad, y las turbinas eólicas han ganado cada vez más atención en este sentido.
10 Una turbina eólica moderna suele incluir una torre, un generador, una multiplicadora, una góndola y un rotor que incluye una o varias palas. Las palas de rotor captan la energía cinética del viento mediante principios de perfiles conocidos y transmiten la energía cinética a través de la energía de rotación para hacer girar un eje que acopla las palas de rotor a una multiplicadora o, si no se utiliza una multiplicadora, directamente al generador. A continuación, el generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica que puede suministrarse a una red de suministro.

15 **[0003]** Durante la operación de una turbina eólica, varios componentes de la misma están sometidos a diversas cargas debido a las cargas aerodinámicas del viento que actúan sobre la pala. En particular, el eje principal que acopla las palas del rotor y el generador puede estar sometido a diversas cargas debido a la carga del viento que actúa sobre las palas de rotor y a las cargas de reacción resultantes que se transmiten al eje. Dichas cargas
20 pueden incluir, por ejemplo, cargas axiales y cargas de momento, tales como cargas de momento de flexión y cargas de momento de torsión. Así pues, durante la operación de la turbina eólica puede producirse con frecuencia la deflexión del eje debido a estas cargas. Cuando las cargas son significativamente elevadas, pueden producirse daños importantes en el eje del rotor, las chumaceras ("pillo blocks"), la bancada y/o varios otros componentes de la turbina eólica. Por lo tanto, las cargas de momento inducidas en el eje debido a dichas cargas son variables
25 particularmente críticas y, en muchos casos, deberían ser monitorizadas y, si es necesario, controladas durante la operación de la turbina eólica.

[0004] Algunos sistemas convencionales de monitorización de turbinas eólicas se describen, por ejemplo, en el documento US 2012/025526 y en el EP 1359321.

30 **[0005]** Sin embargo, los sistemas y métodos conocidos en la actualidad para monitorizar dichas cargas pueden ser difíciles de implementar y mantener debido, por ejemplo, a las limitaciones físicas que provocan inexactitudes en la medición de la carga. Por ejemplo, pueden montarse sondas de proximidad para controlar el desplazamiento de una brida en el eje. Sin embargo, dichas sondas deben montarse en lugares relativamente estables, que suelen estar en zonas pequeñas e inaccesibles, lo que dificulta su instalación y mantenimiento. Además, dichas sondas
35 requieren un hardware de montaje caro y duradero. Y aún más, los datos proporcionados por estas sondas sólo proporcionan mediciones indirectas de las cargas a las que está sometido el eje. Estas diversas desventajas pueden dar lugar a imprecisiones y a una menor fiabilidad. Además, muchos sistemas de control no son capaces de proporcionar mediciones de torsión del sistema de tren de potencia. Aunque se han descrito aplicaciones de galgas extensométricas fijadas al eje principal y se practican para medir tanto las cargas de flexión como las de torsión, una serie de retos (fabricación, servicio, comunicación de datos desde el elemento giratorio) con estos enfoques provocan inexactitud y poca fiabilidad.

40 **[0006]** Por lo tanto, se desea un sistema y un método mejorados para monitorizar las cargas en una turbina eólica. Por ejemplo, sería ventajoso un sistema y un método que proporcionen mediciones más precisas y fiables de la carga del eje.

[0007] Diversos aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden quedar claros en la 2. descripción.

50 **[0008]** La presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

[0009] Varias características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y a las reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan a esta especificación y forman parte de ella, ilustran realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la misma. En los dibujos:

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica según una realización de la presente divulgación;
La FIG. 2 ilustra una vista interna en perspectiva de una góndola de una turbina eólica de acuerdo con una
60 realización de la presente divulgación;
La FIG. 3 ilustra una vista en perspectiva de varios componentes de una turbina eólica y un sistema para monitorizar la carga de la turbina eólica de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
La FIG. 4 ilustra una vista en sección de varios componentes de una turbina eólica y un sistema para monitorizar la carga de la turbina eólica según una realización de la presente divulgación; y
65 La FIG. 5 ilustra una vista en perspectiva de varios componentes de una turbina eólica y un sistema para monitorizar la carga de la turbina eólica según otra realización de la presente divulgación.

[0010] A continuación se hará referencia en detalle a las realizaciones de la invención, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, no de limitación de la invención como se define en las reivindicaciones.

[0011] La FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de una realización de una turbina eólica 10. Como se muestra, la turbina eólica 10 incluye 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 giratorio 20 y al menos una pala de rotor 22 acoplada y que se extiende hacia el exterior desde el buje 20. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el rotor 18 incluye tres palas 22. Sin embargo, en una realización alternativa, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas 22. Cada pala 22 de rotor puede estar espaciada alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 y permitir que la energía cinética se transfiera del viento a energía mecánica utilizable y, posteriormente, a energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 20 puede estar acoplado de forma rotativa a un generador eléctrico 24 (FIG. 2) colocado dentro de la góndola 16 para permitir la producción de energía eléctrica.

[0012] Como se muestra, la turbina eólica 10 también puede incluir un sistema de control de la turbina o un controlador de la turbina 26 centralizado dentro de la góndola 16. Sin embargo, debe apreciarse que el controlador de la turbina 26 puede estar dispuesto en cualquier lugar de la turbina eólica 10, en cualquier lugar de la superficie de apoyo 14 o, en general, en cualquier otro lugar. El controlador de la turbina 26 puede estar configurado generalmente para controlar los distintos modos de operación (por ejemplo, las secuencias de arranque o apagado) y/o los componentes de la turbina eólica 10. Por ejemplo, el controlador 26 puede estar configurado para controlar el pitch o ángulo de pitch de cada una de las palas del rotor 22 (es decir, un ángulo que determina una perspectiva de las palas del rotor 22 con respecto a la dirección 28 del viento) para controlar la carga de las palas de rotor 22 ajustando una posición angular de al menos una de las palas de rotor 22 con respecto al viento. Por ejemplo, el controlador de la turbina 26 puede controlar el ángulo de pitch de las palas de rotor 22, ya sea de forma individual o simultánea, transmitiendo señales/comandos de control adecuados a un controlador de pitch de la turbina eólica 10, que puede estar configurado para controlar la operación de una pluralidad de accionamientos de pitch o mecanismos de ajuste de pitch 32 (FIG. 2) de la turbina eólica, o controlando directamente la operación de la pluralidad de accionamientos de pitch o mecanismos de ajuste de pitch. En concreto, las palas del rotor 22 pueden estar montadas de forma giratoria en el buje 20 mediante uno o varios rodamientos de pitch (no ilustrados) de manera que el ángulo de pitch puede ajustarse girando las palas del rotor 22 a lo largo de sus ejes de pitch 34 mediante los mecanismos de ajuste de pitch 32. Además, a medida que cambia la dirección 28 del viento, el controlador de la turbina 26 puede estar configurado para controlar una dirección de orientación de la góndola 16 alrededor de un eje de orientación 36 para posicionar las palas del rotor 22 con respecto a la dirección 28 del viento, controlando así las cargas que actúan sobre la turbina eólica 10. Por ejemplo, el controlador de la turbina 26 puede estar configurado para transmitir señales/comandos de control a un mecanismo de accionamiento de orientación 38 (FIG. 2) de la turbina eólica 10, a través de un controlador de orientación o de una transmisión directa, de manera que la góndola 16 pueda girar alrededor del eje de orientación 36.

[0013] Debe apreciarse que el controlador de la turbina 26 y/o el controlador de pitch 30 pueden comprender generalmente un ordenador o cualquier otra unidad de procesamiento adecuada. Así, en varias realizaciones, el controlador de la turbina 26 y/o los controladores de pitch y orientación pueden incluir uno o más procesadores y dispositivos de memoria asociados configurados para realizar una variedad de funciones implementadas por ordenador. Tal y como se utiliza en este documento, el término "procesador" se refiere no sólo a los circuitos integrados mencionados en la materia como incluidos en un ordenador, sino también a un controlador, un microcontrolador, un microordenador, un controlador lógico programable (PLC), un circuito integrado de aplicación específica y otros circuitos programables. Además, el o los dispositivos de memoria del controlador de la turbina 26 y/o de los controladores de pitch y orientación pueden comprender generalmente elementos de memoria que incluyen, pero no se limitan a, un medio legible por ordenador (por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (RAM)), un medio no volátil legible por ordenador (por ejemplo, una memoria flash), un disquete, una memoria de sólo lectura de disco compacto (CD-ROM), un disco magnetoóptico (MOD), un disco versátil digital (DVD) y/o otros elementos de memoria adecuados. Dichos dispositivos de memoria pueden estar generalmente configurados para almacenar instrucciones adecuadas legibles por ordenador que, al ser implementadas por el/los procesador/es, configuran el controlador de la turbina 26 y/o los controladores de pitch y orientación para realizar diversas funciones implementadas por ordenador. Además, el controlador de la turbina 26 y/o los controladores de pitch y orientación pueden incluir también varios canales de entrada/salida para recibir entradas de sensores y/u otros dispositivos de medición y para enviar señales de control a diversos componentes de la turbina eólica 10.

[0014] Refiriéndonos ahora a la FIG. 2, se ilustra una vista interna simplificada de una de las formas de realización de la góndola 16 de la turbina eólica 10. Como se muestra, un generador 24 puede estar dispuesto dentro de la góndola 16. En general, el generador 24 puede estar acoplado 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. El generador 24 puede estar acoplado al eje principal 40 de manera que la rotación del eje principal 40 accione el generador 24. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el generador 24 incluye un eje generador 42 acoplado rotativamente al eje principal 40 a través de una multiplicadora 44. Sin embargo, en otras realizaciones, debe apreciarse que el eje del generador 42 puede estar acoplado de

forma giratoria directamente al eje principal 40. Alternativamente, el generador 24 puede estar acoplado directamente al eje principal 40 de forma rotativa (a menudo se denomina "turbina eólica de accionamiento directo").

5 **[0015]** Debe apreciarse que el eje principal 40 puede estar generalmente soportado dentro de la góndola por una estructura de soporte o bancada 46 colocada encima de la torre de la turbina eólica 12. Por ejemplo, el eje principal 40 puede estar soportado por la bancada 46 a través de una o varias chumaceras montadas en la bancada 46.

10 **[0016]** Además, como se ha indicado anteriormente, el controlador de la turbina 26 también puede estar situado dentro de la góndola 16 de la turbina eólica 10. Por ejemplo, como se muestra en la realización ilustrada, el controlador de la turbina 26 está dispuesto dentro de un armario de control 52 montado en una parte de la góndola 16. Sin embargo, en otras realizaciones, el controlador de la turbina 26 puede estar dispuesto en cualquier otra ubicación adecuada sobre y/o dentro de la turbina eólica 10 o en cualquier ubicación adecuada remota a la turbina eólica 10. Además, como se ha descrito anteriormente, el controlador de la turbina 26 también puede estar acoplado comunicativamente a diversos componentes de la turbina eólica 10 para controlar en general la turbina eólica y/o dichos componentes. Por ejemplo, el controlador de la turbina 26 puede estar acoplado comunicativamente al mecanismo o mecanismos de accionamiento de orientación 38 de la turbina eólica 10 para controlar y/o alterar la dirección de orientación de la góndola 16 en relación con la dirección 28 (FIG. 1) del viento. Del mismo modo, el controlador de la turbina 26 también puede estar acoplado comunicativamente a cada mecanismo de ajuste del pitch 32 de la turbina eólica 10 (se muestra uno de ellos) a través del controlador del pitch 30 para controlar y/o alterar el ángulo de pitch de las palas del rotor 22 en relación con la dirección 28 del viento. Por ejemplo, el controlador de la turbina 26 puede estar configurado para transmitir una señal/comando de control a cada mecanismo de ajuste del pitch 32 de manera que uno o más actuadores (no mostrados) del mecanismo de ajuste del pitch 32 puedan ser utilizados para girar las palas 22 con respecto al buje 20.

25 **[0017]** Refiriéndose aún a la FIG. 2, así como a las FIGS. 3 a 5, la multiplicadora 44 puede estar acoplada al eje principal 40, y puede estar montada en la bancada 46. Como se muestra, la multiplicadora 44 puede incluir una carcasa exterior 60 que puede rodear y encerrar en general los componentes internos de la multiplicadora, como los diversos engranajes, etc. de la misma. Además, uno o más brazos de par 62 pueden extenderse desde la carcasa exterior 60. Normalmente, dos brazos de par 62 se extienden desde la carcasa exterior 60 en lados generalmente opuestos de la carcasa 60. Un brazo de torsión 62 puede facilitar, en general, la reacción y la transmisión de las cargas a las que está sometido el eje 40, etc., transmitiendo estas cargas desde la multiplicadora 44 a, por ejemplo, la bancada 46.

30 **[0018]** Por ejemplo, uno o más monturas de aislamiento 70 pueden acoplarse a un brazo de torsión 62. En realizaciones a modo de ejemplo, dos monturas de aislamiento 70 pueden estar acoplados a un brazo de torsión 62, y pueden estar colocados en lados generalmente opuestos del brazo de torsión 62, como se muestra. Las cargas pueden ser transmitidas desde un brazo de torsión 62 a la(s) montura(s) de aislamiento 70. Una montura de aislamiento 70 puede estar acoplada a un brazo de torsión 62 a través de un pasador 72, que puede extenderse a través de un orificio 74 definido en el brazo de torsión y un orificio 76 definido en la montura de aislamiento 70.

35 **[0019]** Como se muestra, el orificio 76 definido en la montura de aislamiento 70 puede definir una superficie interior 78 de la montura de aislamiento 70. Una parte de un pasador 72 puede extenderse a través del orificio 74 y quedar así rodeada por la superficie interior 78. Además, en el orificio 76 puede haber uno o más casquillos 80, cada uno de los cuales puede estar dispuesto entre el pasador 72 y la superficie interior 78 y cada uno de los cuales puede rodear al menos parcialmente una porción del pasador 72. En las realizaciones a modo de ejemplo mostradas, un casquillo 80 puede tener una sección transversal generalmente en forma de U, arqueada y/o semicircular, y puede incluir una o más capas. Por ejemplo, un casquillo 80 puede incluir una capa interior 82 adyacente al pasador 72, una capa exterior 84 distal al pasador 72 y adyacente a la superficie interior 78, y una o más capas intermedias 86 entre la capa interior 82 y la capa exterior 84. En algunas realizaciones, pueden utilizarse dos (como se muestra) o más casquillos 80, que pueden rodear en general la porción del pasador 72 dentro del agujero 74.

40 **[0020]** Las monturas de aislamiento 70 pueden, en las realizaciones ejemplares, como se muestra, estar montadas en la bancada 46. Para el montaje de una montura de aislamiento 70 a la bancada 46 se puede utilizar cualquier componente de fijación adecuado, como sujetadores mecánicos (combinaciones de tuercas y pernos, clavos, tornillos, remaches, etc.), o técnicas de fijación, como soldadura, soldadura fuerte, etc. En las realizaciones a modo de ejemplo, el montaje de una montura de aislamiento 70 a la bancada 46, y el acoplamiento de la montura de aislamiento 70 al brazo de torsión 62, facilita el montaje de la multiplicadora 44 a la bancada 46.

45 **[0021]** Como se ha comentado anteriormente, durante la operación de una turbina eólica 10, ésta puede estar sometida a diversas cargas. En particular, debido a las cargas a las que está sometida la turbina eólica 10, el eje del rotor 40 puede estar sometido a diversas cargas. Dichas cargas pueden incluir cargas axiales (o de empuje) 90 y cargas de momento, que pueden incluir cargas de momento de flexión 92 y cargas de torsión 94. Las cargas axiales 90 pueden producirse generalmente a lo largo de un eje longitudinal 98 del eje 40, y las cargas de flexión 92 y las cargas de torsión 94 pueden producirse alrededor del eje longitudinal 98.

[0022] Como se ha comentado, se desean en la materia sistemas y métodos mejorados para la monitorizar de las cargas en las turbinas eólicas 10 y, en particular, sistemas y métodos mejorados para monitorizar y, si es necesario, controlar la carga del eje 40. Así, las FIGS. 3 a 5 ilustran realizaciones de un sistema 100 de monitorización de la carga para una turbina eólica 10. El sistema 100 puede incluir, por ejemplo, el eje principal 40, la bancada 46, la multiplicadora 44 y/o la/las montura/s de aislamiento 70. El sistema 100 puede incluir además uno o más sensores 102. Cada sensor puede estar configurado para medir el desplazamiento de un brazo de torsión 62. Dado que las cargas se transmiten desde el eje principal 40 a través del brazo de torsión 62 hasta las monturas de aislamiento 70, la medición del desplazamiento del brazo de torsión 62 puede corresponder con precisión a la deflexión del eje 40 debida a la carga. Así, midiendo e interpolando el desplazamiento del brazo de torsión 62, la carga del eje 40 puede controlarse de forma precisa y eficaz.

[0023] Los sensores 102 pueden medir el desplazamiento del brazo de torsión 62 en cualquier dirección o direcciones adecuadas. Por ejemplo, como se muestra en las FIGS. 3 a 5, en algunas realizaciones un sensor 102 puede medir la desviación generalmente a lo largo de un eje x 104, mientras que en otras realizaciones un sensor 102 puede medir la desviación generalmente a lo largo de un eje y 106. El eje x 104 y el eje y 106 pueden definirse en relación con un eje z 108, que puede ser paralelo al eje longitudinal 98 del eje 40 y que puede extenderse generalmente a través de un eje longitudinal del pasador 72. El eje x 104 y el eje y 106 pueden ser generalmente perpendiculares entre sí y al eje z 108. En otras realizaciones alternativas, un sensor 102 puede medir la desviación generalmente a lo largo del eje z 108. Además, un sensor 102 puede medir la deflexión generalmente a lo largo de cualquier combinación de los ejes 104, 106 y 108, según se desee.

[0024] Se puede utilizar cualquier sensor 102 adecuado para medir el desplazamiento de un brazo de torsión 62. En algunas realizaciones, un sensor 102 puede ser un sensor de proximidad (véanse las FIGS. 3 y 4). En otras realizaciones, un sensor 102 puede ser un sensor de transformador diferencial de variación lineal ("LVDT") (véase la FIG. 5). Tales sensores 102 y otros sensores adecuados 102 pueden, en realizaciones a modo de ejemplo, medir generalmente el desplazamiento de un brazo de torsión 62, como por ejemplo a lo largo de uno o más ejes 104, 106, 108.

[0025] En realizaciones a modo de ejemplo, como se muestra en las FIGS. 3 a 5, un sensor 102 puede ser externo a la montura(s) de aislamiento 70 y al brazo(s) de par 62, cuya realización no forma parte del objeto de las reivindicaciones concedidas. Como se discute más adelante, dichos sensores 102 pueden medir directa o indirectamente el desplazamiento de un brazo de torsión 62. Según el objeto de las reivindicaciones concedidas, un sensor 102 está montado dentro de una montura de aislamiento 70 y está configurado para medir indirectamente el desplazamiento de un brazo de torsión 62.

[0026] En algunas realizaciones, como se muestra en las FIGS. 3 y 4, un sensor 102 puede montarse en la bancada 46, ya sea directa o indirectamente. Por ejemplo, como se muestra, un soporte 110 puede soportar y alinear uno o más sensores 102 con un brazo de torsión 62. El soporte 110 puede estar montado en la bancada 46, montando así indirectamente los sensores 102 en la bancada 46. Como se ha mencionado, el sensor 102 puede, en las realizaciones a modo de ejemplo, estar alineado con el brazo de torsión 62, y estar separado de él o en contacto con él. Así, en estas realizaciones, los sensores 102 pueden medir directamente el desplazamiento de un brazo de torsión 62.

[0027] En otras realizaciones que no forman parte del objeto de las reivindicaciones concedidas, un sensor 102 puede estar montado en una montura de aislamiento 70. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 5, el pasador 72 puede sobresalir del orificio 76. Un sensor 102 puede estar montado en el exterior de la montura de aislamiento 70, y puede estar alineado con el pasador 72. Dicho sensor 102 puede estar espaciado o en contacto con el pasador 72. El desplazamiento del brazo de torsión 62 puede transmitirse a través del pasador 72 a la montura de aislamiento 70. Así, en estas realizaciones, al medir el desplazamiento del pasador 72, los sensores 102 pueden medir indirectamente el desplazamiento del brazo de torsión 62.

[0028] En otra realización según el objeto de las reivindicaciones concedidas, un sensor 102 está montado dentro de una montura de aislamiento 70. Por ejemplo, un sensor 102 puede estar montado de tal manera que una parte del sensor 102 está anidado dentro de la montura de aislamiento 70 y una parte sobresale en el orificio 76. Así, un extremo de punta de los sensores 102 puede, por ejemplo, estar próximo y ligeramente espaciado del pasador 72 o en contacto con él. Por ejemplo, esta porción del sensor 102 puede extenderse entre o a través de los casquillos 80. De forma similar a la realización de la FIG. 5, en estas realizaciones, los sensores 102 miden indirectamente el desplazamiento de un brazo de torsión 62.

[0029] En otras realizaciones a modo de ejemplo, un controlador, como el controlador 26, puede estar acoplado comunicativamente a uno o más sensores 102. El controlador 26 puede recibir la información de desplazamiento del brazo de torsión 62 medida por los sensores 102. Además, el controlador 26 puede estar configurado para calcular un momento, tal como un momento de flexión 92 y/o un momento de torsión 94, del eje 40 basándose en dicha información de desplazamiento.

[0030] Además, en algunas realizaciones, el controlador 26 puede estar configurado adicional o alternativamente para ajustar un parámetro operativo de la turbina eólica 10 basándose en la información de desplazamiento recibida y en los momentos calculados, como se ha comentado anteriormente. Los parámetros operativos incluyen, por ejemplo, el pitch y/o la orientación, como se ha comentado anteriormente. Dicho ajuste de los parámetros operativos puede ajustar, tal como reducir deseablemente, la carga sobre el eje 40. Por ejemplo, el pitch y/o la orientación pueden ajustarse para reducir la carga, y en particular la carga de flexión 92 y/o de torsión 94, en el eje 40, según se desee o se requiera durante la operación de la turbina eólica 10. Parámetros operativos alternativos velocidad del rotor, par del generador y amortiguación del tren de potencia. Por ejemplo, el accionamiento de un freno mecánico empleado en el tren de potencia puede aplicarse para ralentizar el rotor y reducir la carga. La carga de par eléctrico del generador, habilitada a través de un sistema de convertidor acoplado al generador, puede aplicarse para controlar la carga en el tren de potencia. Se pueden utilizar varios mecanismos de amortiguación para aumentar o disminuir la amortiguación, controlando así la carga.

[0031] El controlador 26 puede utilizarse adicional o alternativamente para recoger y/o almacenar la información de desplazamiento recibida y los momentos calculados para su uso en funciones relacionadas con el rendimiento, el diagnóstico y/o la gestión de la vida útil. Por ejemplo, dicha información puede utilizarse para la monitorización y el diagnóstico a distancia de los distintos componentes de la turbina eólica 10. Además, la producción anual de energía en función de la carga puede revisarse y analizarse basándose en la información de desplazamiento recibida.

[0032] En algunas realizaciones, el controlador 26 puede estar configurado para recibir información sobre el desplazamiento, recoger y/o almacenar la información, y/o ajustar los parámetros operativos de la turbina eólica 10 según un bucle de retroalimentación constante o en incrementos predeterminados. Así, el controlador 26 puede incluir un software y/o hardware adecuado para monitorizar y calcular los momentos en tiempo real de forma constante o incremental, y para ajustar los parámetros operativos según sea necesario para que dichos momentos se mantengan dentro de un rango predeterminado o por encima o por debajo de una cantidad mínima o máxima predeterminada.

[0033] La presente divulgación se dirige además a métodos para monitorizar carga de turbina eólica 10. Dichos métodos pueden incluir, por ejemplo, la operación de la turbina eólica 10, como se ha comentado anteriormente. Dichos métodos pueden incluir además la detección del desplazamiento de un brazo de torsión 62, como se ha comentado anteriormente. Dichos métodos pueden incluir además el cálculo de un momento para un eje principal 40 de la turbina eólica 10 basado en el desplazamiento del brazo de torsión 62, como se ha comentado anteriormente.

[0034] Además, en realizaciones a modo de ejemplo, un método puede incluir el ajuste de un parámetro operativo de la turbina eólica 10, como el pitch y/o la orientación, basándose en los momentos calculados, como se ha comentado anteriormente, por ejemplo.

[0035] Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferente, y también para permitir a cualquier persona experta en la materia practicar la invención.

[0036] El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para monitorizar carga de turbina eólica, el sistema comprendiendo:

5 un eje principal (40);
 una bancada (46);
 una multiplicadora (44) acoplada al eje principal (40) y montada en la bancada (46), la multiplicadora (44) comprendiendo una carcasa exterior (60) y un brazo de torsión (62) que se extiende desde la carcasa exterior (60);
10 una montura de aislamiento (70) acoplada al brazo de torsión (62), en la que el brazo de torsión (62) y la montura de aislamiento (70) definen cada uno un orificio (74, 76) a través de los mismos, y definen además un pasador (72) que se extiende a través de los orificios (74, 76) del brazo de torsión (62) y de la montura de aislamiento (70) acoplado la montura de aislamiento (70) al brazo de torsión (62), y un
15 sensor (102) configurado para medir el desplazamiento del brazo de torsión (62), en el que el sensor (102) está montado dentro de la montura de aislamiento (70) y está configurado para medir indirectamente el desplazamiento del brazo de torsión (62) mediante la medición del desplazamiento del pasador (72).
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que la montura de aislamiento (70) comprende además un casquillo (80) dispuesto en el orificio (76) de la montura de aislamiento y que rodea al menos parcialmente el pasador (72).
3. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que el sensor (102) es un sensor transformador diferencial de variación lineal.
- 25 4. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que el sensor (102) es un sensor de proximidad.
5. El sistema de cualquier reivindicación anterior, que comprende además un controlador (26) acoplado comunicativamente al sensor (102).
- 30 6. Una turbina eólica (10), que comprende:

 un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5;
 una torre (12);
35 una góndola (16) montada en la torre (12);
 un rotor (20) acoplado a la góndola (16), el rotor (20) comprendiendo un buje y una pluralidad de palas de rotor (22).
7. Un método para monitorizar carga de turbina eólica, el método comprendiendo:

40 operar la turbina eólica (10);
 detectar el desplazamiento de un brazo de torsión (62) de una multiplicadora (44) de la turbina eólica (10) mediante un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2. 5; y calcular un momento para un eje principal (40) de la turbina eólica (10) basado en el desplazamiento del brazo de torsión (62).
- 45 8. El método de la reivindicación 7, que comprende además el ajuste de un parámetro operativo de la turbina eólica (10) en función del momento calculado.

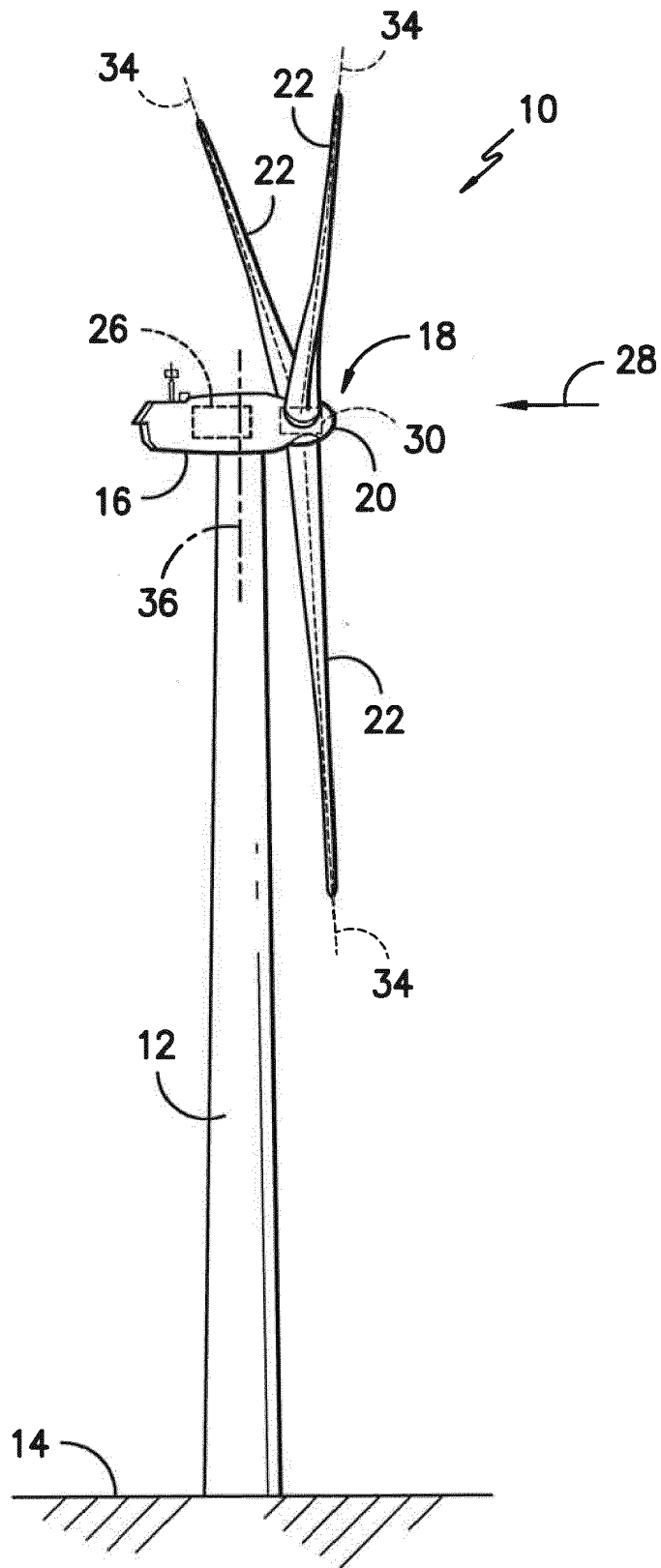


FIG. -1-

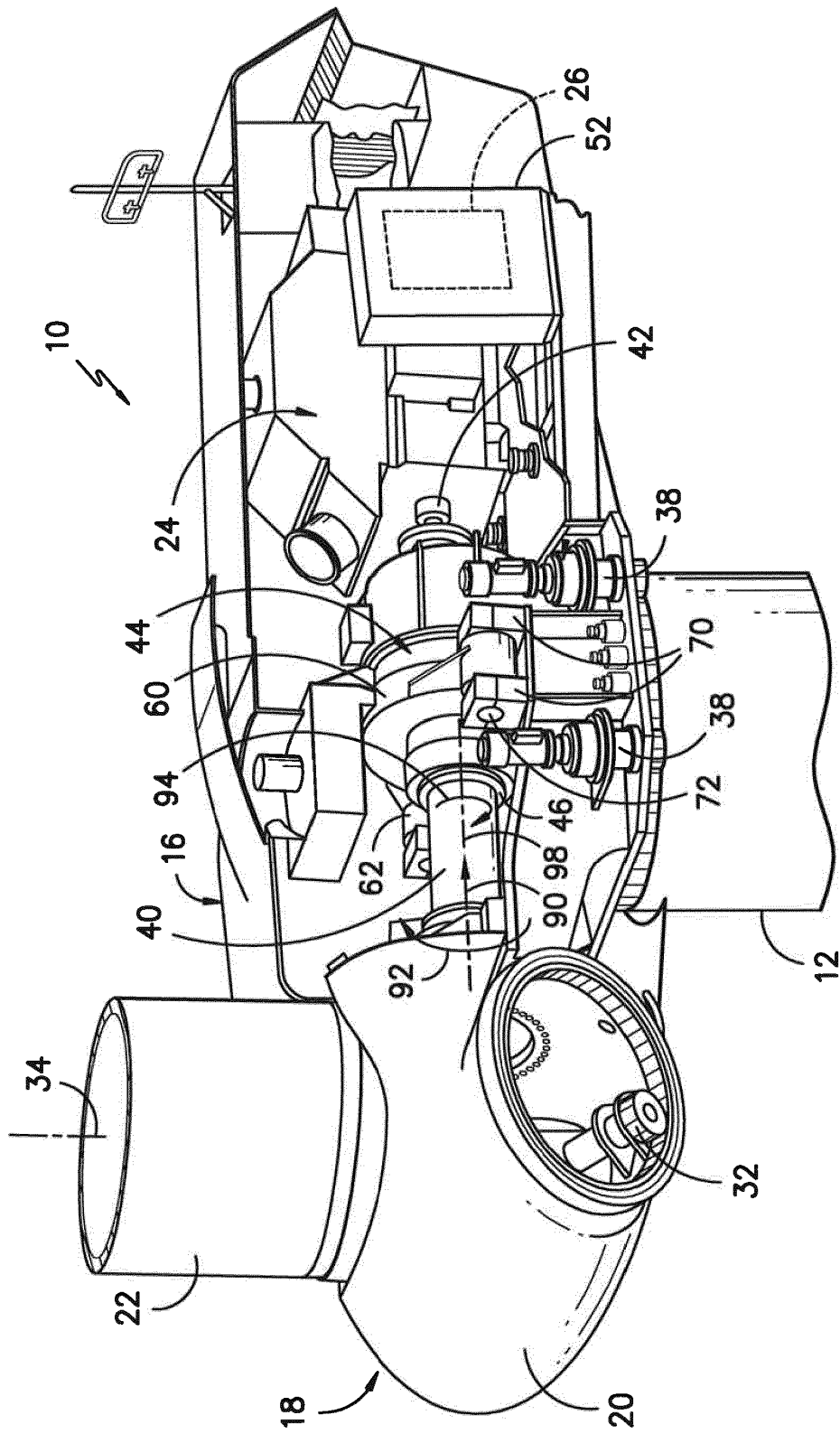
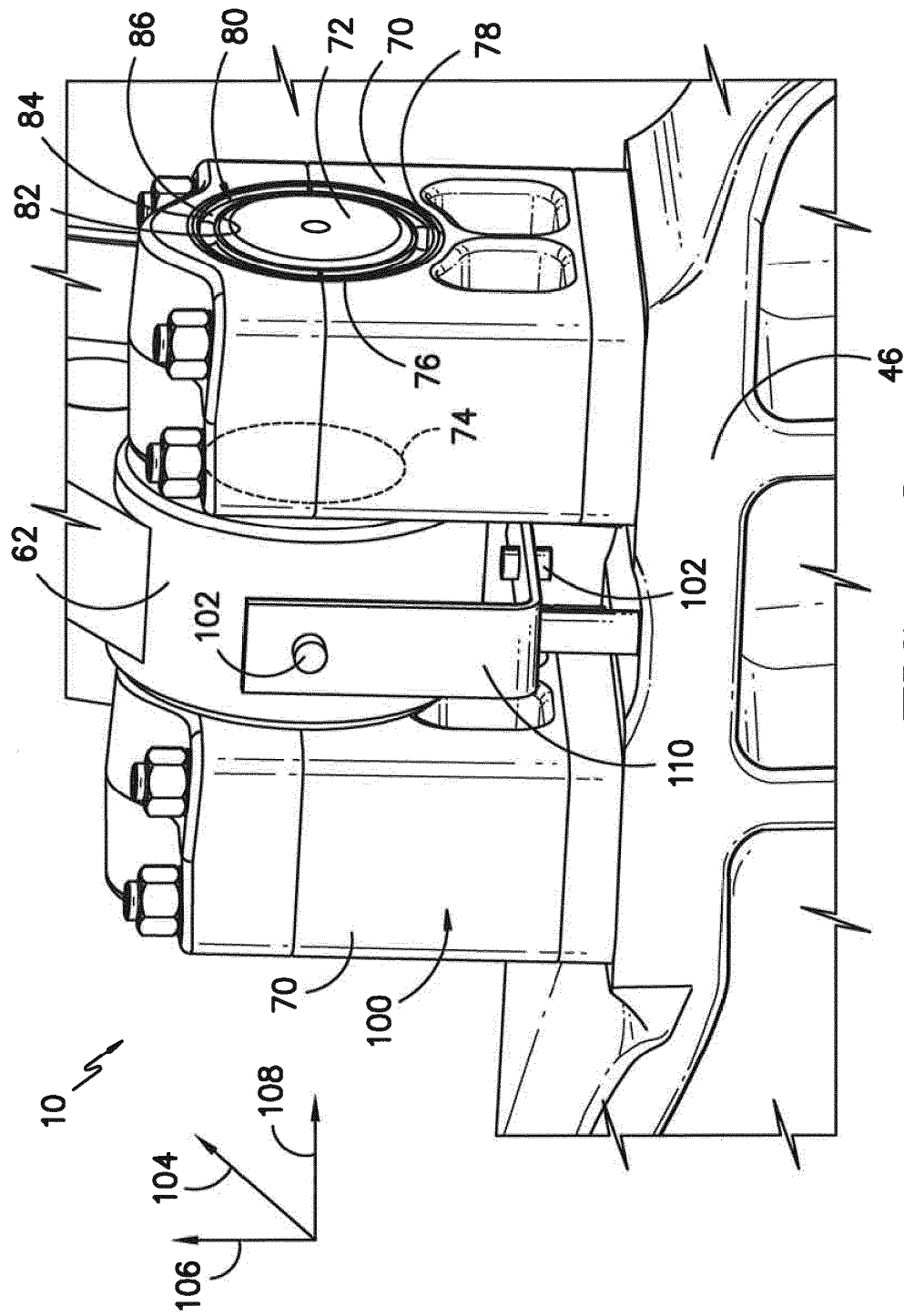
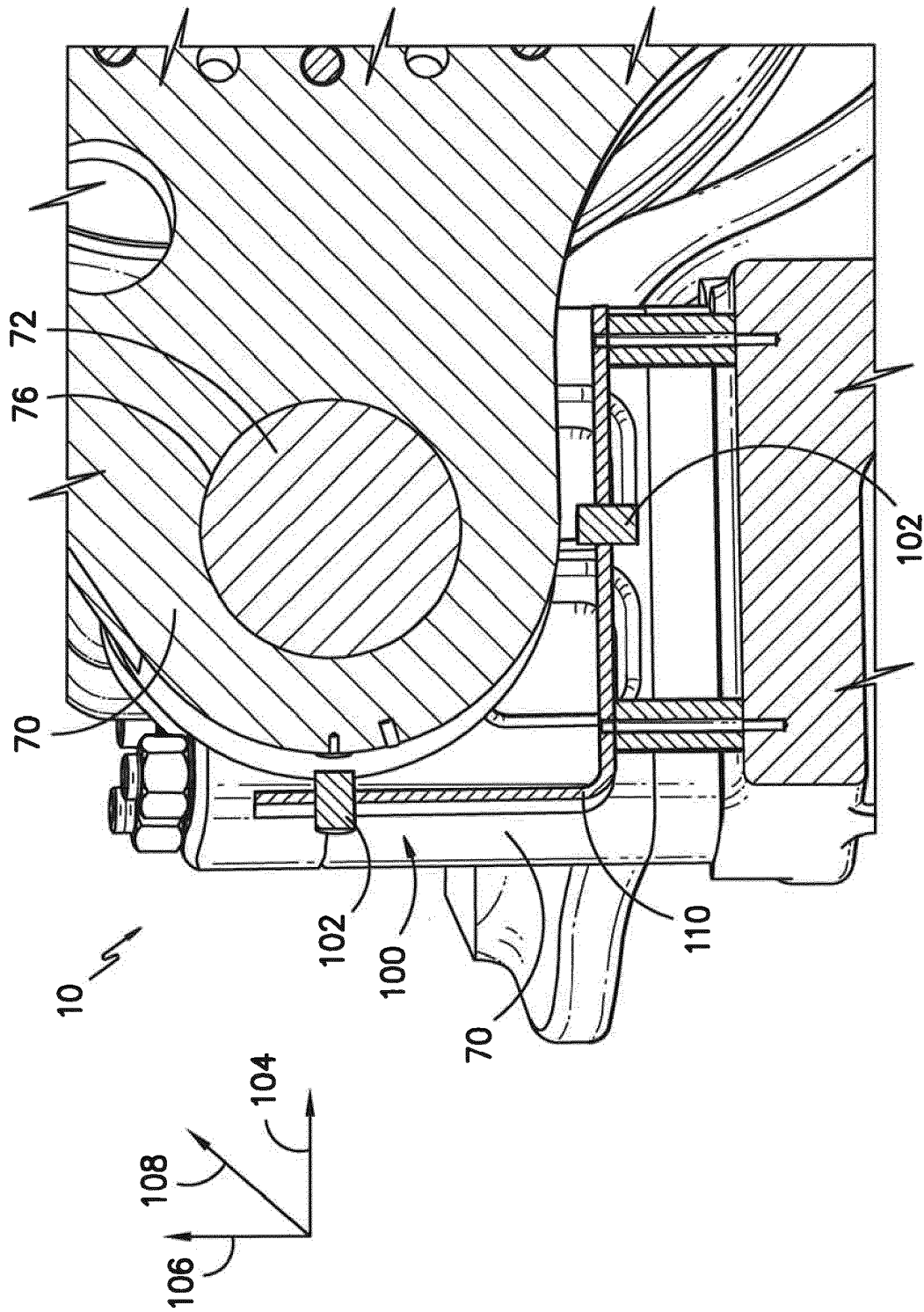


FIG. -2-





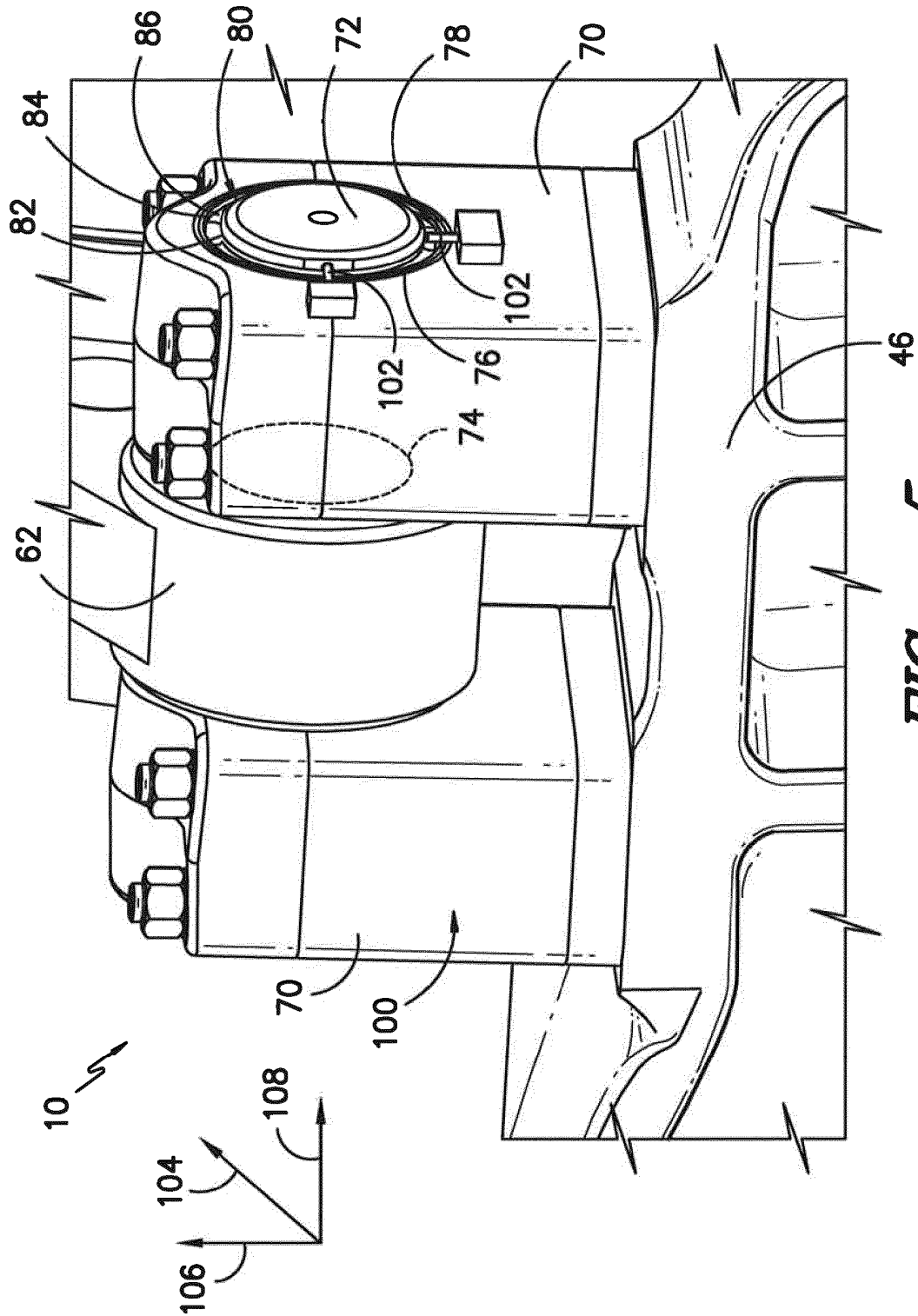


FIG. -5-