

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 518**

51 Int. Cl.:

**F03D 80/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2011** **E 11193668 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016** **EP 2469087**

54 Título: **Sistema de refuerzo pretensado para un armazón de generador de turbina eólica**

30 Prioridad:

**21.12.2010 US 974506**

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

**17.05.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SEGOVIA, EUGENIO YEGRO;**  
**WENCLIK, MATEUSZ PAWEL;**  
**OGDE, PRASAD y**  
**KOPPOLU, RAJASEKHAR**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 612 518 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de refuerzo pretensado para un armazón de generador de turbina eólica

El objeto descrito en el presente documento se refiere, en general, a las turbinas eólicas y, más especialmente, a un sistema de refuerzo pretensado para un armazón de generador de turbina eólica.

5 Las turbinas eólicas conocidas convierten la energía cinética del viento en energía eléctrica. Las turbinas eólicas incluyen una o más palas que rotan cuando el viento entrante golpea las palas. El flujo del viento sobre las palas de turbina eólica genera una elevación, provoca la rotación y proporciona el par para generar energía.

10 El par generado por la rotación de las palas de turbina eólica se usa para hacer dar vueltas a un eje de un generador que, a su vez, genera electricidad. El generador está soportado por un armazón dispuesto en o cerca de la parte superior de una torre. A medida que las palas se golpean por vientos de velocidad y dirección variables, se transmiten fuerzas de magnitudes variables desde las palas al generador y, a su vez, al armazón de generador. Con el tiempo, estas fuerzas pueden conducir a un fallo por fatiga del armazón de generador en forma de grietas u otros defectos similares. Puesto que el armazón de generador está dispuesto en o cerca de la parte superior de la torre, el peso del armazón de generador es un problema principal. Como tal, el simple aumento del espesor del armazón de generador (y, en consecuencia, el aumento de la masa del armazón de generador) no es una solución eficiente al fallo por fatiga del armazón de generador. En consecuencia, se necesita una solución para evitar el fallo por fatiga de los armazones de generador que no aumente significativamente la masa de los armazones de generador.

15 En los documentos DE102008046210, JPS61187805U y WO2007037505 pueden encontrarse ejemplos de la técnica anterior.

20 En un aspecto de acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de refuerzo para su uso en un armazón de generador de una turbina eólica. El sistema comprende una pluralidad de elementos inductores de tensión configurados para ejercer una cantidad predeterminada de tensión sobre el armazón de generador, teniendo cada uno de la pluralidad de elementos inductores de tensión un primer extremo y un segundo extremo, estando el primer extremo configurado para acoplarse al armazón de generador, teniendo cada uno de la pluralidad de elementos inductores de tensión un segundo extremo. Una placa de acoplamiento está configurada para acoplar entre sí los segundos extremos de dos o más de la pluralidad de elementos inductores de tensión.

30 En otro aspecto, se proporciona un sistema de refuerzo para su uso con un armazón de generador de una turbina eólica. El sistema comprende una pluralidad de elementos inductores de tensión configurados para ejercer una cantidad predeterminada de tensión sobre el armazón de generador, teniendo cada uno de la pluralidad de elementos inductores de tensión un primer extremo, un segundo extremo y una longitud, estando cada uno de los segundos extremos de la pluralidad de elementos inductores de tensión configurados para acoplarse entre sí. Una pluralidad de fijaciones están acopladas al armazón de generador, estando cada una de la pluralidad de fijaciones configuradas para acoplar el primer extremo de un elemento inductor de tensión correspondiente al armazón de generador.

35 En otro aspecto, se proporciona un armazón de generador para su uso en una turbina eólica. El sistema comprende una pluralidad de elementos inductores de tensión configurados para ejercer una cantidad predeterminada de tensión sobre el armazón de generador, teniendo cada uno de la pluralidad de elementos inductores de tensión una longitud, un primer extremo y un segundo extremo, pudiendo la longitud de cada uno de la pluralidad de elementos inductores de tensión ajustarse de manera selectiva. Los primeros extremos de los elementos inductores de tensión están acoplados al armazón de generador. Un elemento de acoplamiento está configurado para acoplar entre sí los segundos extremos de dos o más de la pluralidad de elementos inductores de tensión.

A continuación, se describirán diversos aspectos y realizaciones de la presente invención en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista lateral de una turbina eólica a modo de ejemplo.

45 La figura 2 es una vista en sección parcial de una barquilla a modo de ejemplo adecuada para su uso con la turbina eólica mostrada en la figura 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva de un sistema de refuerzo a modo de ejemplo para su uso con la turbina eólica mostrada en la figura 1.

50 La figura 4 es una vista en planta desde arriba del sistema de refuerzo a modo de ejemplo mostrado en la figura 3.

La figura 5 es una vista ampliada de una parte del sistema de refuerzo a modo de ejemplo mostrado en la figura 3.

La figura 6 es una vista ampliada de una parte del sistema de refuerzo a modo de ejemplo mostrado en la figura 3.

Diversas de las realizaciones descritas en el presente documento proporcionan sistemas de refuerzo para su uso en un armazón de generador de una turbina eólica. Los elementos inductores de tensión ejercen una cantidad predeterminada de tensión sobre el armazón de generador. Los propios elementos inductores de tensión también pueden pretensarse. Los elementos inductores de tensión son estructuras de peso relativamente ligero que permiten que el armazón de generador sea una estructura pretensada y reducir los efectos de la carga repetida del armazón de generador. La reducción de los efectos de la carga repetida del armazón de generador da como resultado una probabilidad reducida de fallos del armazón de generador debido a la fatiga. Los sistemas de refuerzo pueden utilizarse para retroadaptar las turbinas eólicas existentes o pueden incluirse en las turbinas eólicas durante la construcción de las turbinas eólicas.

La figura 1 es una vista esquemática de una turbina 100 eólica a modo de ejemplo. En la realización a modo de ejemplo, la turbina 100 eólica es una turbina eólica de eje horizontal. Como alternativa, la turbina 100 eólica puede ser una turbina eólica de eje vertical. En la realización a modo de ejemplo, la turbina 100 eólica incluye una torre 102 que se extiende desde y se acopla a una superficie 104 de soporte. La torre 102 puede acoplarse a la superficie 104 con, por ejemplo, unos pernos de anclaje o a través de una pieza de montaje de cimentación (no mostrada). Una barquilla 106 está acoplada a la torre 102 y un rotor 108 está acoplado a la barquilla 106. El rotor 108 incluye un buje 110 rotatorio y una pluralidad de palas 112 de rotor acopladas al buje 110. En la realización a modo de ejemplo, el rotor 108 incluye tres palas 112 de rotor. Como alternativa, el rotor 108 puede tener cualquier número adecuado de palas 112 de rotor que permitan que la turbina 100 eólica funcione como se describe en el presente documento. La torre 102 puede tener cualquier altura y/o construcción adecuadas que permitan que la turbina 100 eólica funcione como se describe en el presente documento.

Las palas 112 de rotor están espaciadas alrededor del buje 110 para facilitar la rotación del rotor 108, convirtiendo de este modo la energía cinética del viento 114 en energía mecánica utilizable y, posteriormente, en energía eléctrica. El rotor 108 y la barquilla 106 se hacen rotar alrededor de la torre 102 en un eje 116 de orientación para controlar una perspectiva de las palas 112 de rotor con respecto a una dirección del viento 114. Las palas 112 de rotor se ajustan al buje 110 acoplando una parte 118 de raíz de pala de rotor al buje 110 en una pluralidad de zonas 120 de transferencia de carga. Cada una de las zonas 120 de transferencia de carga tiene una zona de transferencia de carga de buje y una zona de transferencia de carga de pala de rotor (ninguna mostrada en la figura 1). Las cargas inducidas en las palas 112 de rotor se transfieren al buje 110 a través de las zonas 120 de transferencia de carga. Cada pala 112 de rotor también incluye una parte 122 de punta de pala de rotor.

En la realización a modo de ejemplo, las palas 112 de rotor tienen una longitud de entre aproximadamente 30 metros (m) (99 pies (ft)) y aproximadamente 120 m (394 ft). Como alternativa, las palas 112 de rotor pueden tener cualquier longitud adecuada que permita que la turbina 100 eólica funcione como se describe en el presente documento. Por ejemplo, las palas 112 de rotor pueden tener una longitud adecuada inferior a 30 m o superior a 120 m. A medida que el viento 114 contacta con la pala 112 de rotor, se ejercen fuerzas de elevación sobre la pala 112 de rotor y se ejerce la rotación del rotor 108 alrededor de un eje 124 de rotación a medida que se acelera la parte 122 de punta de pala de rotor.

Un ángulo de paso (no mostrado) de las palas 112 de rotor, es decir, un ángulo que determina la perspectiva de la pala 112 de rotor con respecto a la dirección del viento 114, puede cambiarse por un conjunto de paso (no mostrado en la figura 1). Más específicamente, el aumento de un ángulo de paso de la pala 112 de rotor disminuye una cantidad del área 126 de superficie de pala de rotor expuesta al viento 114 y, por el contrario, la disminución de un ángulo de paso de la pala 112 de rotor aumenta una cantidad del área 126 de superficie de pala de rotor expuesta al viento 114. Los ángulos de paso de las palas 112 de rotor se ajustan alrededor de un eje 128 de paso en cada pala 112 de rotor. En la realización a modo de ejemplo, los ángulos de paso de las palas 112 de rotor se controlan individualmente.

La figura 2 es una vista en sección parcial de una barquilla 106 de la turbina 100 eólica a modo de ejemplo (mostrada en la figura 1). Diversos componentes de la turbina 100 eólica se alojan en la barquilla 106. En la realización a modo de ejemplo, la barquilla 106 incluye tres conjuntos 130 de paso. Cada conjunto 130 de paso está acoplado a una pala 112 de rotor asociada (mostrada en la figura 1), y modula un paso de una pala 112 de rotor asociada alrededor del eje 128 de paso. Solo uno de los tres conjuntos 130 de paso se muestra en la figura 2. En la realización a modo de ejemplo, cada conjunto 130 de paso incluye al menos un motor 131 de accionamiento de paso.

Como se muestra en la figura 2, el rotor 108 está acoplado de manera rotatoria a un generador 132 eléctrico colocado dentro de la barquilla 106 a través de un eje 134 de rotor (a veces denominado o eje principal o eje de baja velocidad), una caja 136 de cambios, un eje 138 de alta velocidad y un acoplamiento 140. La rotación del eje 134 de rotor acciona de manera rotatoria la caja 136 de cambios que, posteriormente, acciona el eje 138 de alta velocidad. El eje 138 de alta velocidad acciona de manera rotatoria el generador 132 a través del acoplamiento 140 y la rotación del eje 138 de alta velocidad facilita la producción de energía eléctrica por el generador 132. La caja 136 de cambios está soportada por un soporte 142 y el generador 132 está soportado por un armazón 144 de generador (solo una parte del cual se muestra en la figura 2). En la realización a modo de ejemplo, la caja 136 de cambios utiliza una geometría de doble trayectoria para accionar el eje 138 de alta velocidad. Como alternativa, el eje 134 de rotor se acopla directamente al generador 132 a través del acoplamiento 140.

La barquilla 106 también incluye un mecanismo 146 de accionamiento de orientación que hace rotar la barquilla 106 y el rotor 108 alrededor del eje 116 de orientación para controlar la perspectiva de las palas 112 de rotor con respecto a la dirección del viento 114. La barquilla 106 también incluye al menos una torre 148 meteorológica que incluye una veleta y un anemómetro (no mostrados en la figura 2). En una realización, la torre 148 meteorológica proporciona información, incluyendo la dirección del viento y/o la velocidad del viento, a un sistema 150 de control de turbina. El sistema 150 de control de turbina incluye uno o más controladores u otros procesadores configurados para ejecutar algoritmos de control. Tal como se usa en el presente documento, el término "procesador" incluye cualquier sistema programable que incluya sistemas y microcontroladores, circuitos con conjunto reducido de instrucciones (RISC), circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC), circuitos lógicos programables (PLC) y cualquier otro circuito capaz de ejecutar las funciones descritas en el presente documento. Los ejemplos anteriores son solo a modo de ejemplo y, por lo tanto, no pretenden limitar en modo alguno la definición y/o el significado del término procesador. Además, el sistema 150 de control de turbina puede ejecutar un programa SCADA (supervisión, control y adquisición de datos).

El conjunto 130 de paso está acoplado operativamente al sistema 150 de control de turbina. En la realización a modo de ejemplo, la barquilla 106 también incluye un rodamiento 152 de soporte delantero y un rodamiento 154 de soporte trasero. El rodamiento 152 de soporte delantero y el rodamiento 154 de soporte trasero facilitan el soporte y la alineación radial del eje 134 de rotor. El rodamiento 152 de soporte delantero está acoplado al eje 134 de rotor cerca del buje 110. El rodamiento 154 de soporte trasero está colocado en el eje 134 de rotor cerca de la caja 136 de cambios y/o el generador 132. La barquilla 106 puede incluir cualquier número de rodamientos de soporte que permitan que la turbina 100 eólica funcione como se desvela en el presente documento. El eje 134 de rotor, el generador 132, la caja 136 de cambios, el eje 138 de alta velocidad, el acoplamiento 140 y cualquier dispositivo de sujeción, soporte y/o fijación asociado que incluya, pero sin limitarse a, el soporte 142, el armazón 144 de generador, el rodamiento 154 de soporte trasero, se denomina a veces tren 156 de accionamiento.

La figura 3 ilustra una vista en perspectiva del armazón 144 de generador mostrado parcialmente en la figura 2 y un sistema de refuerzo denominado, en general, 200. La figura 4 es una vista en planta desde arriba del armazón 144 de generador y el sistema 200 de refuerzo. El sistema 200 de refuerzo se usa para ejercer una cantidad predeterminada de tensión sobre el armazón 144 de generador, de tal manera que el armazón 144 de generador es una estructura pretensada. El sistema 200 de refuerzo incluye una pluralidad de elementos 210 inductores de tensión, una placa 220 de acoplamiento y una pluralidad de fijaciones 230. Aunque en la realización a modo de ejemplo se muestran cuatro elementos 210 inductores de tensión, en otras realizaciones puede usarse cualquier número adecuado de elementos 210 inductores de tensión.

Haciendo referencia a la figura 4, cada elemento 210 inductor de tensión tiene un primer extremo 214 y un segundo extremo 212 dispuestos en extremos opuestos de un cuerpo 216 principal. El primer extremo 214 del elemento 210 inductor de tensión está configurado para acoplarse al armazón 144 de generador. En la realización a modo de ejemplo, una de las fijaciones 230 (figura 5) se usa para acoplar el primer extremo 214 del elemento 210 inductor de tensión al armazón 144 de generador. Las fijaciones 230 tienen una abertura central para recibir un elemento de sujeción mecánico. El elemento de sujeción mecánico se usa para acoplar los primeros extremos 214 de los elementos 210 inductores de tensión al armazón 144 de generador. Las fijaciones 230 también tienen unas aberturas adicionales dimensionadas para recibir unos elementos 232 de sujeción mecánicos adicionales para acoplar las fijaciones 230 al armazón 144 de generador. En algunas realizaciones, se forman múltiples aberturas en el armazón 144 de generador, de tal manera que las fijaciones 230 pueden colocarse en diferentes localizaciones en el armazón 144 de generador.

En otras realizaciones, los elementos 232 de sujeción mecánicos no se usan para acoplar las fijaciones 230 al armazón 144 de generador y, en su lugar, puede usarse una soldadura o cualquier otro mecanismo de acoplamiento adecuado para acoplar las fijaciones 230 al armazón 144 de generador. Además, en lugar de usar las fijaciones 230 para acoplar los primeros extremos 214 de los elementos 210 inductores de tensión al armazón 144 de generador, los primeros extremos 214 pueden acoplarse, en cambio, al armazón 144 de generador mediante cualquier mecanismo de sujeción adecuado.

Una placa 240 de refuerzo, como se ve mejor en la figura 6, está colocada adyacente al armazón 144 de generador en oposición a cada una de las fijaciones 230 en la realización a modo de ejemplo. En otras realizaciones, las placas 240 de refuerzo pueden estar colocadas de manera diferente, tal como entre el armazón 144 de generador y las fijaciones 230. Las placas 240 de refuerzo pueden acoplarse al armazón 144 de generador con cualquier elemento de sujeción adecuado u otro mecanismo de acoplamiento. En la realización a modo de ejemplo, las placas 240 de refuerzo se acoplan al armazón 144 de generador mediante los elementos 232 de sujeción mecánicos. Las placas 240 de refuerzo aumentan la resistencia del armazón 144 de generador en la localización en la que están colocadas las placas 240 de refuerzo con el fin de garantizar que las fuerzas aplicadas por las fijaciones 230 al armazón 144 de generador no provoquen un fallo del armazón 144 de generador en las partes del armazón 144 de generador adyacentes a las fijaciones 230. En otras realizaciones, no se usan las placas 240 de refuerzo y en tales realizaciones el espesor del armazón 144 de generador puede aumentarse con respecto al resto del armazón 144 de generador en las localizaciones del armazón 144 de generador donde las fijaciones 230 están acopladas al mismo.

En la realización a modo de ejemplo, los segundos extremos 212 de los elementos 210 inductores de tensión se acoplan entre sí mediante una placa 220 de acoplamiento. La placa 220 de acoplamiento es una estructura sustancialmente rígida con una pluralidad de aberturas formadas a través de la misma. Las aberturas están dimensionadas para recibir una parte de un elemento de sujeción mecánico adecuado para acoplar los segundos extremos 212 de los elementos 210 inductores de tensión a la placa 220 de acoplamiento. En otras realizaciones, los segundos extremos 212 de cada uno de los elementos 210 inductores de tensión se acoplan entre sí mediante un elemento de sujeción mecánico o cualquier otro dispositivo adecuado, en lugar de usar la placa 220 de acoplamiento. La placa 220 de acoplamiento también puede ser cualquier elemento que acople entre sí los segundos extremos 212 de los elementos 210 inductores de tensión (por ejemplo, un perno).

Un primer tensor 250 está acoplado al primer extremo 214 de uno o más elementos 210 inductores de tensión y un segundo tensor 260 está acoplado al segundo extremo 212 de uno o más elementos 210 inductores de tensión en la realización a modo de ejemplo. Los tensores 250, 260 se denominan, en general, "mecanismos de ajuste de longitud". Los tensores 250, 260 permiten ajustar (es decir, aumentar o disminuir) la longitud de un elemento 210 inductor de tensión. En la realización a modo de ejemplo, los primeros extremos 214 de los elementos 210 inductores de tensión se acoplan a las fijaciones 230 mediante los primeros tensores 250 y los segundos extremos 212 de los elementos 210 inductores de tensión se acoplan a la placa 220 de acoplamiento mediante los segundos tensores 260. Durante la operación, los tensores 250, 260 pueden hacerse rotar en una primera dirección para aumentar la longitud (y, por lo tanto, la longitud de los elementos 210 inductores de tensión) y hacerse rotar en una segunda dirección opuesta para disminuir la longitud de los tensores 250, 260 (y, por lo tanto, la longitud de los elementos 210 inductores de tensión). En otras realizaciones, pueden usarse diferentes tipos de mecanismos de ajuste de longitud para cambiar o ajustar las longitudes de los elementos 210 inductores de tensión, tales como tornillos niveladores, accionadores lineales o cualquier otro dispositivo adecuado. Además, en otras realizaciones más, los mecanismos de ajuste de longitud pueden usarse solo en uno de los extremos de cada elemento 210 inductor de tensión y/o algunos elementos 210 inductores de tensión en el sistema 100 de refuerzo pueden no usar mecanismos de ajuste de longitud.

En la realización a modo de ejemplo, los elementos 210 inductores de tensión son estructuras rígidas, tales como barras fabricadas de acero, aleaciones del mismo, u otros materiales rígidos adecuados. De este modo, los elementos 210 inductores de tensión son capaces de resistir fuerzas en tensión (es decir, fuerzas aplicadas en una dirección sustancialmente paralela a la longitud y/o el eje longitudinal de la misma que actúan para intentar alargar los elementos inductores de tensión) y fuerzas en compresión (es decir, fuerzas aplicadas en una dirección sustancialmente paralela a la longitud y/o el eje longitudinal de la misma que actúan para intentar acortar los elementos inductores de tensión). Sin embargo, en otras realizaciones, los elementos 210 inductores de tensión pueden ser estructuras flexibles tales como, pero sin limitarse a, cuerda (alambre u otra cosa), cable, cadenas u otros materiales flexibles adecuados. Por lo tanto, los elementos 210 inductores de tensión en estas realizaciones son capaces de resistir la fuerza en tensión, pero pueden no ser capaces de resistir fuerzas sustanciales aplicadas a los mismos en compresión.

Durante la operación, el sistema 100 de refuerzo se usa para pretensar y/o reforzar el armazón 144 de generador. Para retroadaptar un armazón 144 de generador existente o instalar el sistema 100 de refuerzo en un nuevo armazón 144 de generador, las fijaciones 230 y/o las placas 240 de refuerzo se acoplan al armazón 144 de generador con elementos de sujeción mecánicos o cualquier otro sistema de sujeción adecuado (por ejemplo, la soldadura). Como se ha descrito anteriormente, los primeros tensores 250 pueden usarse, a continuación, para acoplar los primeros extremos 214 de los elementos 210 inductores de tensión a las fijaciones 230. En otras realizaciones, no se usan los primeros tensores 250 y en su lugar los primeros extremos 214 de los elementos 210 inductores de tensión se acoplan directamente a las fijaciones 230 mediante los elementos de sujeción adecuados. A continuación, los segundos tensores 260 se usan para acoplar los segundos extremos 212 de los elementos 210 inductores de tensión a la placa 230 de acoplamiento, acoplando de este modo entre sí los segundos extremos 212 de los elementos 210 inductores de tensión. En otras realizaciones, puede no usarse la placa 230 de acoplamiento y, como tal, los segundos tensores 260 y/o los segundos extremos 212 de los elementos 210 inductores de tensión se acoplan entre sí. El orden de las etapas en el montaje y/o la retroadaptación del sistema 200 de refuerzo descrito en el presente documento es de naturaleza ilustrativa y, por lo tanto, las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado.

Una vez montado, el sistema 200 de refuerzo se usa para pretensar el armazón 144 de generador. Para lograr esto, se acortan las longitudes de los elementos 210 inductores de tensión, de tal manera que los elementos 210 inductores de tensión se colocan en tensión. Colocando los elementos 210 inductores de tensión en tensión, la fuerza se ejerce por los elementos 210 inductores de tensión sobre las fijaciones 230 y, a su vez, sobre el armazón 144 de generador, dando como resultado que el armazón 144 de generador sea una estructura pretensada. En consecuencia, uno o más de los tensores 250, 260 (u otros mecanismos de ajuste de longitud) se accionan para acortar la longitud de los elementos 210 inductores de tensión respectivos. Los tensores 250, 260 pueden hacerse rotar por una herramienta adecuada para acortar su longitud y, por lo tanto, la longitud de los elementos 210 inductores de tensión.

La longitud de los elementos 210 inductores de tensión puede acortarse hasta una longitud predeterminada para ejercer una fuerza deseada sobre el armazón 144 de generador. En una realización, pueden usarse unas celdas de

- 5 carga (no mostradas) u otros dispositivos de medición adecuados para medir la cantidad de fuerza ejercida por los elementos 210 inductores de tensión sobre el armazón 144 de generador. Otras realizaciones pueden calcular la cantidad de fuerza ejercida por los elementos 210 inductores de tensión sobre el armazón 144 de generador midiendo la longitud de los elementos 210 inductores de tensión después de que se hayan colocado en tensión y comparándolos con su longitud antes de colocarse en tensión para determinar la deformación y/o la elongación de los elementos 210 inductores de tensión. A continuación, pueden usarse diversos procedimientos analíticos y/o empíricos para determinar la fuerza ejercida por los elementos 210 inductores de tensión sobre el armazón 144 de generador basándose en las propiedades del material (por ejemplo, el módulo de Young, la resistencia a la tracción, el área de la sección transversal, etc.) de los elementos 210 inductores de tensión.
- 10 Los ejemplos usados en el presente documento son solo ilustrativos, y no están destinados a limitarse a los elementos de estos ejemplos. Las realizaciones descritas anteriormente proporcionan un sistema eficiente y rentable para reforzar y pretensar un armazón de generador en una turbina eólica, sin aumentar significativamente la masa del armazón de generador. Por lo tanto, el sistema de refuerzo aumenta la resistencia del armazón de generador y reduce significativamente la probabilidad de que el armazón de generador sucumba al fallo por fatiga.
- 15 Anteriormente, se han descrito en detalle realizaciones a modo de ejemplo de una turbina eólica, un armazón de generador, y un sistema de refuerzo para pretensar el armazón de generador. El sistema de refuerzo y la turbina eólica no se limitan a las realizaciones específicas descritas en el presente documento, sino que los componentes de la turbina y/o del sistema de refuerzo y/o las etapas del procedimiento pueden utilizarse independientemente y por separado de otros componentes y/o etapas descritos en el presente documento. Por ejemplo, el sistema de refuerzo también puede usarse en combinación con otros sistemas y procedimientos, y no se limita a la práctica solo con la turbina eólica y el procedimiento que se han descrito en el presente documento. Por el contrario, la realización a modo de ejemplo puede implementarse y utilizarse en relación con otras muchas aplicaciones de turbinas eólicas.
- 20 Aunque las características específicas de las diversas realizaciones de la invención pueden mostrarse en algunos dibujos y no en otros, esto es solo por conveniencia. De acuerdo con los principios de la invención, cualquier característica de un dibujo puede referenciarse y/o reivindicarse en combinación con cualquier característica de cualquier otro dibujo.
- 25 Esta descripción escrita usa ejemplos para desvelar la invención, incluyendo el modo preferido, y también para permitir que los expertos en la materia pongan en práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquiera de los procedimientos incorporados. El ámbito patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia. Tales otros ejemplos están destinados a estar dentro del ámbito de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias no sustanciales con el lenguaje literal de las reivindicaciones.
- 30

**REIVINDICACIONES**

1. Un armazón (144) de generador de turbina eólica que incluye un sistema (200) de refuerzo, comprendiendo dicho sistema de refuerzo:
- 5 una pluralidad de elementos (210) inductores de tensión configurados para ejercer una cantidad predeterminada de tensión sobre el armazón de generador, teniendo cada uno de dicha pluralidad de elementos inductores de tensión un primer extremo (214) y un segundo extremo (212), estando dicho primer extremo configurado para acoplarse al armazón de generador; **caracterizado porque** dicho sistema de refuerzo comprende además una placa (220) de acoplamiento configurada para acoplar entre sí dichos segundos extremos de dos o más de dicha pluralidad de elementos inductores de tensión;
- 10 en el que la longitud de cada uno de dicha pluralidad de elementos (210) inductores de tensión es ajustable.
2. Un armazón de generador de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un primer mecanismo de ajuste de longitud acoplado al primer extremo (214) mencionado respectivo de uno de dicha pluralidad de elementos (210) inductores de tensión.
3. Un armazón de generador de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que dicho primer mecanismo de ajuste de longitud comprende un tensor (250, 260).
- 15 4. Un armazón de generador de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además un segundo mecanismo de ajuste de longitud acoplado al segundo extremo (212) mencionado respectivo de uno de dicha pluralidad de elementos (210) inductores de tensión.
- 20 5. Un armazón de generador de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho segundo mecanismo de ajuste de longitud comprende un tensor (250, 260).
6. Un armazón de generador de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha pluralidad de elementos (210) inductores de tensión comprenden estructuras rígidas.
7. Un armazón de generador de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha pluralidad de elementos (210) inductores de tensión comprenden unas estructuras flexibles.
- 25 8. Un armazón de generador de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que incluye una pluralidad de fijaciones (230) acopladas al armazón de generador, estando cada una de dicha pluralidad de fijaciones configurada para acoplar dicho primer extremo de un elemento inductor de tensión correspondiente al armazón de generador.
- 30 9. Un armazón de generador de acuerdo con la reivindicación 8, en el que al menos una de dicha pluralidad de fijaciones (230) está configurada para acoplarse al armazón (144) de generador en una pluralidad de diferentes localizaciones en el armazón de generador.





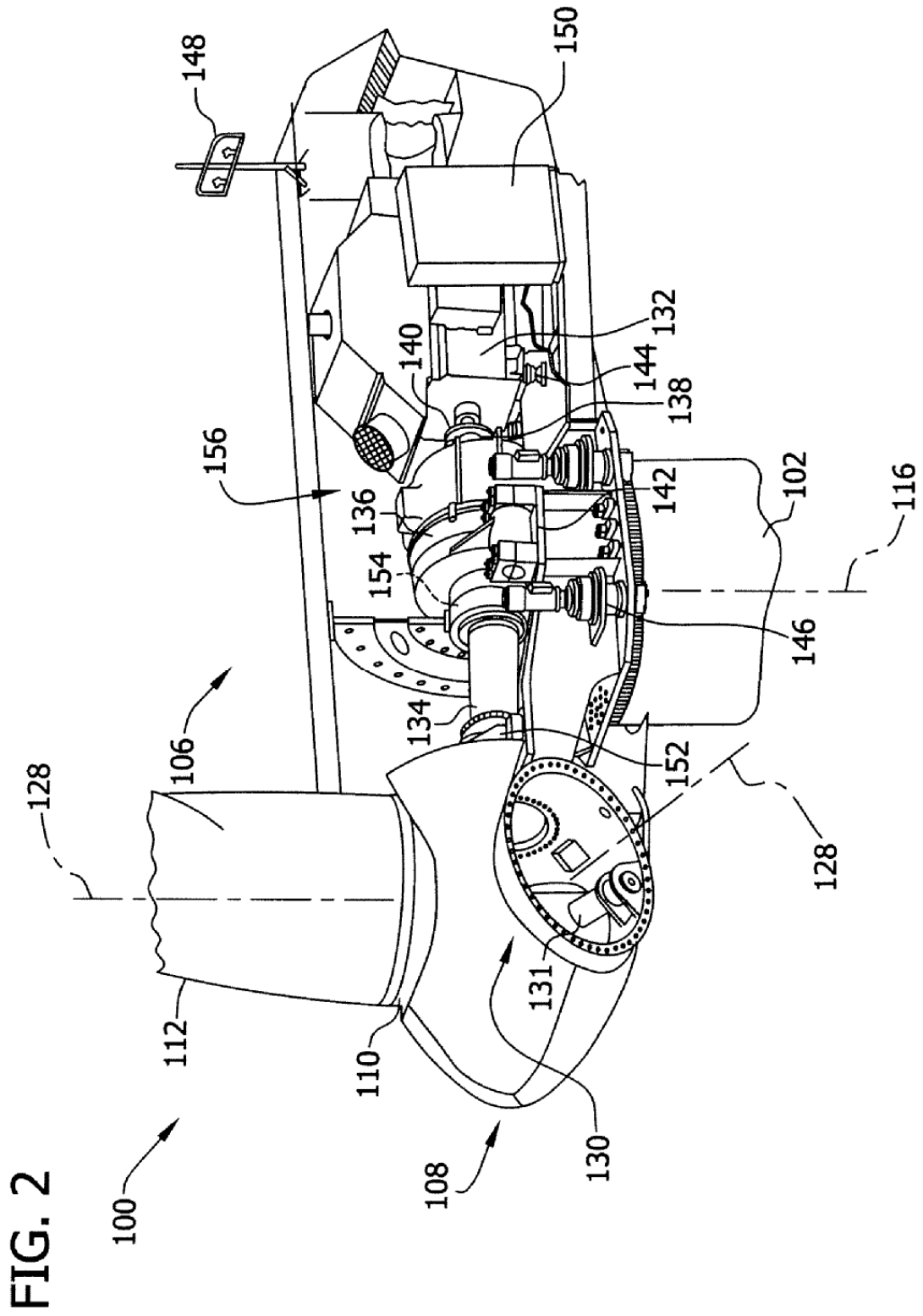


FIG. 3

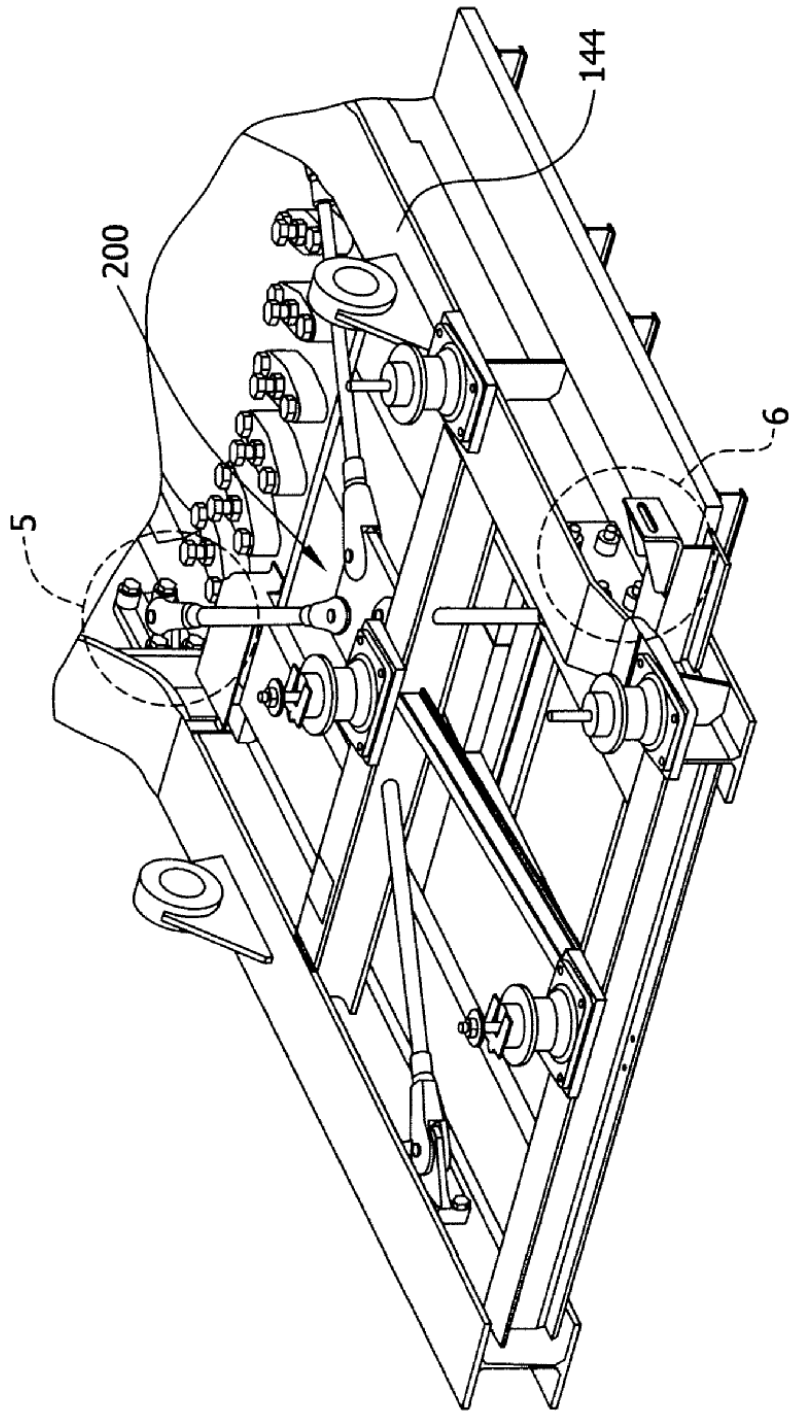


FIG. 4

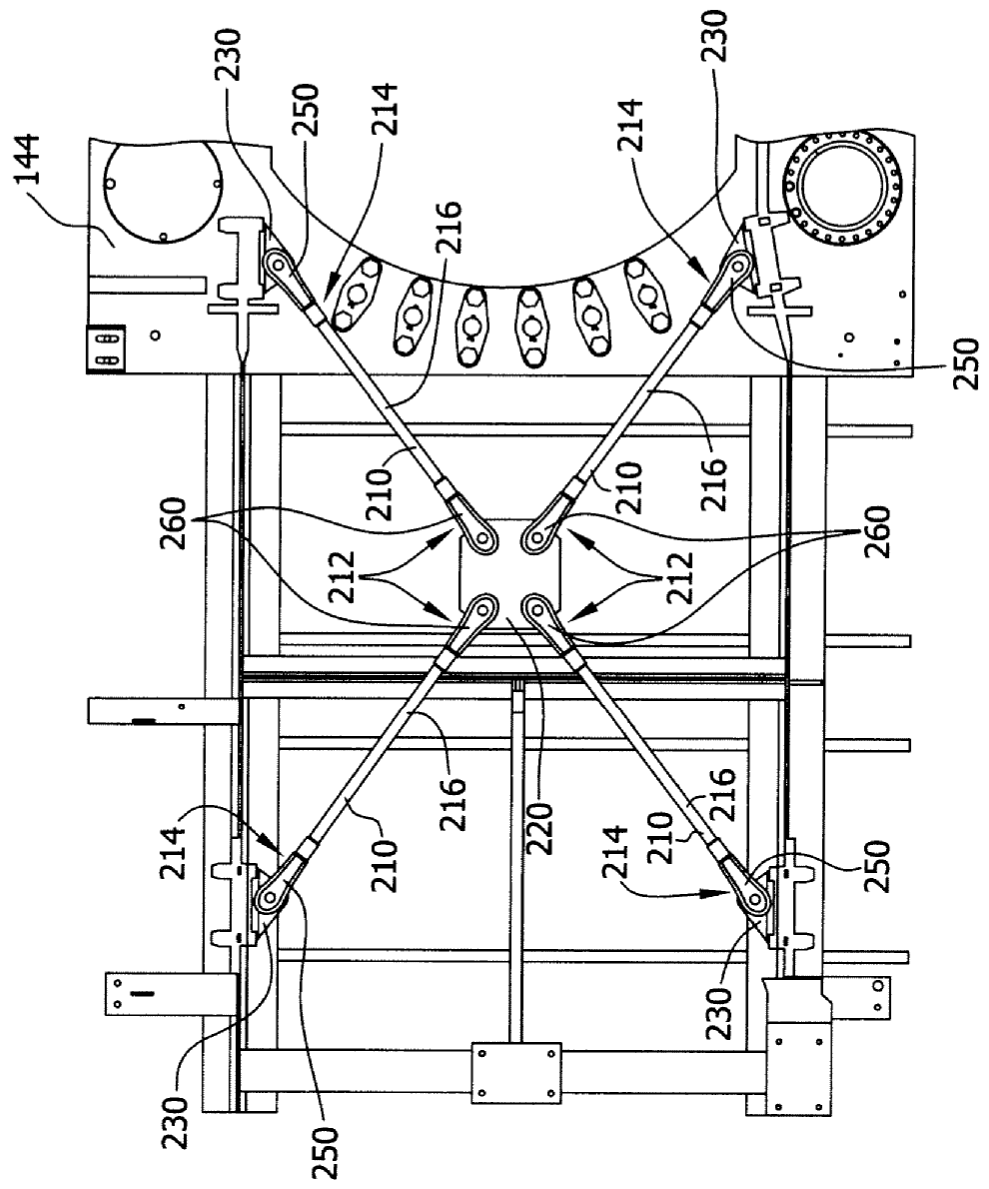


FIG. 5

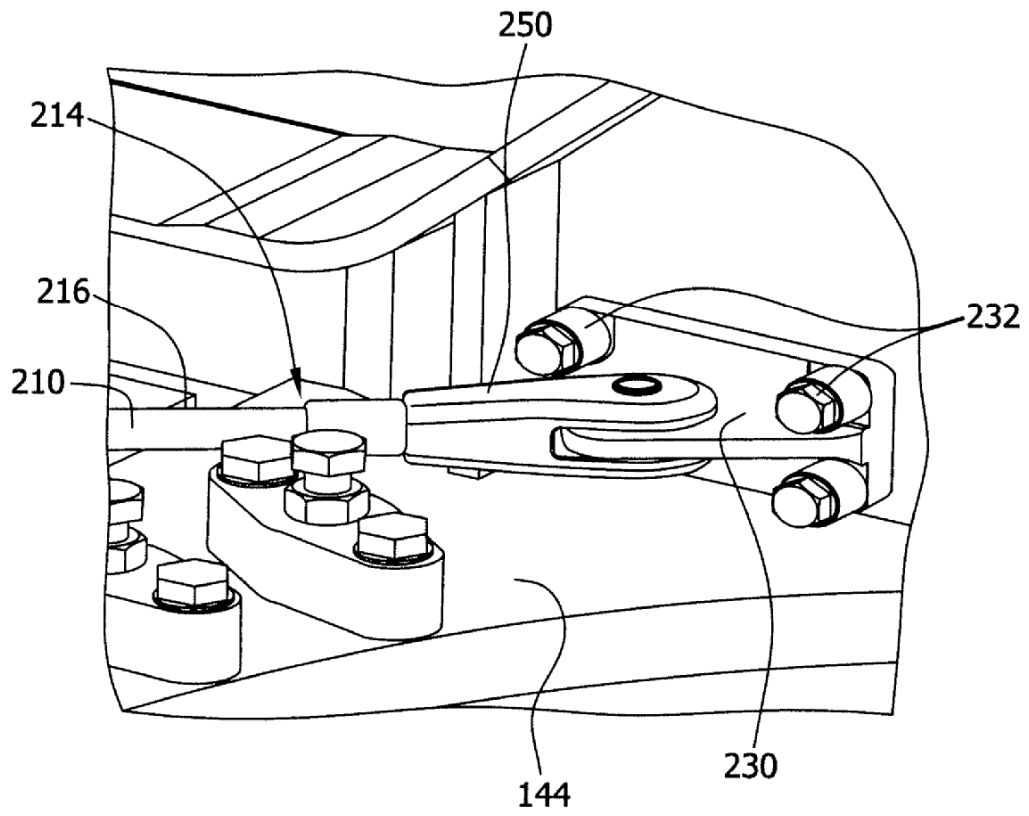


FIG. 6

