(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 303 480**

(21) Número de solicitud: 200700444

(51) Int. Cl.:
F03D 7/04 (2006.01)
F03D 11/00 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación: **26.01.2007**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **01.08.2008**

(43) Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **01.08.2008**

(71) Solicitante/s:
Gamesa Innovation & Technology, S.L.
Polígono Industrial Los Agustinos,
c/ A, s/n
31013 Pamplona, Navarra, ES

(72) Inventor/es: **Urzelai Iribarren, Gurutz**

(74) Agente: **No consta**

(54) Título: **Multiplicadora sensorizada.**

(57) Resumen:
Multiplicadora sensorizada que dispone una pluralidad de sensores (8) y (14) montados en un set de piezas fijas (5) y (12) a la multiplicadora (1), midiendo las cargas en el eje rotativo (11) y los esfuerzos axiales y radiales derivados del funcionamiento del aerogenerador.
Los sensores (8) y (14) montados en las piezas seleccionadas (5) y (12) sensorizan en un intervalo de tiempo especifico o durante toda la vida de la multiplicadora, realizando la medición de forma instantánea y enviando los datos a un sistema de control que regula la potencia de la máquina a través del control de las r.p.m, pitch del aerogenerador o parada de emergencia.

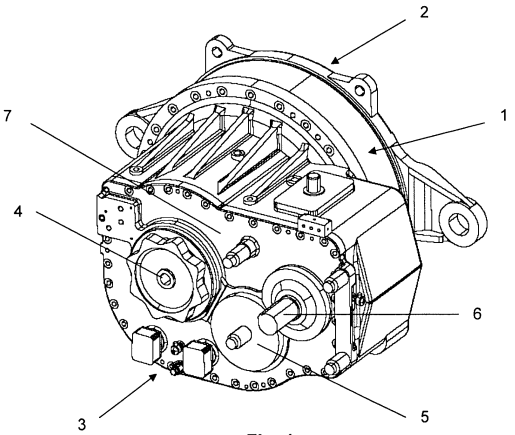


Fig. 1

ES 2 303 480 A1

DESCRIPCIÓN

Multiplicadora sensorizada.

Objeto de la invención

En la presente invención se han implementado unos sensores de desplazamiento y carga para medir los movimientos radial y axial de un eje rotativo y las fuerzas transmitidas por dicho eje a los rodamientos y cuerpo de una multiplicadora.

Las medidas de desplazamientos y fuerzas se realizan en los apoyos de los ejes y rodamientos de la multiplicadora obteniéndose las deformaciones que afectan a los componentes, las magnitudes y direcciones de las reacciones en el apoyo del eje y la relación entre las fuerzas axiales y las fuerzas radiales obtenidas en cada instante.

Este sistema es aplicable a cualquier sistema mecánico con elementos rotativos o maquina rotativa, con ejes, cojinetes y rodamientos yes de especial aplicación a la multiplicadora utilizada en aerogeneradores.

Antecedentes de la invención

Las multiplicadoras son componentes sometidos a esfuerzos estructurales y dinámicos que presentan una componente oscilatoria muy marcada, lo que provoca fatiga mecánica y por lo tanto aumento en la probabilidad de fallo de su integridad estructural.

Las multiplicadoras actuales se diseñan y fabrican con unos coeficientes de seguridad amplios consecuencia de la incertidumbre de las cargas de funcionamiento, lo que implica el sobredimensionamiento de sus diseños. Para optimizar estos componentes es necesario reducir los coeficientes anteriores considerando el estado real de cargas a las que están sometidos, tanto en magnitudes como en direcciones de transmisión probabilísticamente predominantes.

El uso de sensores dispuestos en la estructura, componentes y elementos auxiliares de la multiplicadora proporciona una información directa y/o indirecta acerca de los esfuerzos y direcciones de cargas así como deformaciones reales a que se ven sometidas, lo que ayuda a reducir estos coeficientes de seguridad utilizados por la incertidumbre de las cargas reales.

El uso de sensores localizados en componentes eólicos se conoce en el documento WO 2005/010358 donde se presenta un aerogenerador con el eje principal sensorizado y cuyo control mitiga los efectos de las cargas. La sensorización se aplica para conocer los esfuerzos originados por el rotor en el eje principal y regular consecuentemente el pitch o ángulo variable de las palas del aerogenerador.

El documento US 2005/0282678 presenta un sensor de torsión para una multiplicadora, estando especialmente sensorizados los elementos de unión donde se determina el movimiento axial y el longitudinal que se presenta entre dichos elementos de unión, si bien, la geometría, disposición y funcionamiento de la multiplicadora difiere del objeto de la presente invención.

Por último se menciona la patente EP 1292809 donde se presenta un sensor para la captación de la dilatación y de la tensión en materiales sólidos, estando dispuestos los sensores en el interior de la pieza y mientras que la pieza exterior dispone de múltiples ranuras en sentido axial.

Ninguna de las patentes mencionadas sensoriza un set fijo en la máquina con el objeto de obtener las cargas en el eje rotativo y esfuerzos axiales y radiales derivados del funcionamiento de la multiplicadora.

Descripción de la invención

La invención tiene como objeto disponer sensores tanto en el cuerpo o carcasa y elementos auxiliares de la multiplicadora para medir sus deformaciones locales y los esfuerzos a los que están sometidos ejes y rodamientos de una máquina rotativa en general y más particularmente de una multiplicadora, esfuerzos que son transmitidos a través de los ejes sustentados a su vez por dichos rodamientos.

Los esfuerzos soportados por los ejes se transmiten a los rodamientos por contacto y de forma similar, los esfuerzos de los rodamientos a sus soportes. La sensorización puede realizarse tanto en el eje rotativo como en los rodamientos o sus apoyos, es decir, estructura, tapas de cierre, bridas u otros sistemas mecánicos de sustentación.

Es otro objeto de la invención, la determinación del número de sensores y los lugares en los que estos se posicionan para que las medidas obtenidas sean tanto en la dirección del eje o axial, como en la dirección del radio o radial en la orientación adecuada, obteniéndose los esfuerzos radiales y axiales instantánea y simultáneamente y gestionando dichos datos en todo momento.

Otro objeto de la invención es la integración de estos sensores en la máquina rotativa, pudiendo implementarse los citados sensores sobre elementos sometidos a continuo movimiento, midiendo las deformaciones locales y generales de los rodamientos sobre los que se sustentan los ejes rotativos.

Otro objeto de la invención es la obtención de una medida precisa para el sistema de control y la gestión de la misma para diferentes estados de maquina y eventos temporales, como distintos niveles de carga y velocidad, arranques y paradas de funcionamiento, pausas, paradas de emergencia, control del pitch de una o más palas, regulación de las r.p.m., transitorios temporales debido a cargas de funcionamiento u operacionales en maquina, así como diferentes hipótesis presentes en los diseños de los componentes.

De todo lo descrito con anterioridad se desprenden las ventajas aportadas por el sistema objeto de la invención:

- Conocimiento de las cargas y deformaciones reales.
- Hipótesis de diseño ajustadas basadas en cargas reales.
- Diseño optimizado a las cargas reales.
- Disminución en la probabilidad de fallo de la multiplicadora y sus componentes.
- Mejora de la disponibilidad del aerogenerador.
- Mayor tolerancia a fallos por sobrecargas.
- Disminución de los costes de mantenimiento.

Gracias al diseño estilizado y a la vez robusto de la estructura de los sensores y las formas curvadas en los puntos de localización de los elementos sensibles, se obtiene una buena respuesta de señal ante las cargas axiales de tracción-compresión en la dirección del eje soportado por los rodamientos y a las radiales en cualquier dirección diametral perpendicular al eje de simetría del eje soportado por los rodamientos.

A pesar de flexibilizar la estructura del sensor para incorporar los elementos sensibles, la rigidez equivalente del conjunto no sufre variaciones apreciables, por lo que la distribución de esfuerzos en los diferentes apoyos de los ejes sensorizados permanece inalterada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista general de la multiplicadora donde se puede observar la disposición de los ejes y piezas donde se acoplan los sensores.

La figura 2 es una sección correspondiente al extremo del eje intermedio de la multiplicadora, mostrando la disposición de rodamientos, sensores, piezas auxiliares, carcasa y tapa.

La figura 3 corresponde a uno de los posibles diseños del casquillo de la multiplicadora sobre el que se disponen los sensores que miden los esfuerzos radiales transmitidos por el eje rotativo.

La figura 4 muestra la tapa del eje intermedio con el detalle de las nervaduras periféricas donde se fijan los sensores que miden los esfuerzos axiales transmitidos por el citado eje rotativo.

Descripción de una realización preferencial

El eje o ejes cuyas reacciones se quieren medir se apoyan en dos o más cojinetes o rodamientos que transmiten los esfuerzos radiales y axiales a la carcasa o cuerpo de la multiplicadora. La intercalación de los componentes sensorizados permite la medición de dichos esfuerzos radiales y axiales.

Tal y como se muestra en la figura 1, la multiplicadora está formada por cuerpo general (1) acoplado por uno de sus extremos a un buje del rotor (2) y por el otro a un generador (3) no mostrados en la figura. El lado que se une al generador (3) lo cubre una carcasa (7) tiene tres tapas traseras principales: la tapa del eje principal (4), la tapa del eje intermedio (5) y la tapa del eje rápido (6). En el interior de la carcasa se disponen los ejes y los rodamientos de la multiplicadora que se cubren y protegen por las tapas citadas anteriormente.

En la figura 2, el alojamiento sobre el que se dispone la tapa del eje intermedio (5) se encuentra seccionada y en su interior se distingue la carcasa de la multiplicadora (7) en un plano superior. Por debajo de ella se dispone el casquillo (12) donde se incluyen los elementos sensores radiales (8) quedando junto a los rodamientos (9). En la citada tapa (5) es donde se disponen los elementos sensores axiales colocados en unas nervaduras (10) mecanizadas a tal fin en la periferia de la misma.

La metodología aplicada para la obtención del sistema sensorizado objeto de la invención es la sustitución de los elementos de soporte del eje (11) y rodamiento por un conjunto de elementos que incluyen el casquillo sensor (12), rodamiento especifico (9), piezas auxiliares (13) y tapa (5) que reproducen la geometría y funcionalidades originales. Las piezas auxiliares (13) se disponen entre el eje (11) y el rodamiento (9) para fijar y centrar ambos elementos. Para medir las cargas radiales se utiliza un casquillo (12) en el que se han dispuesto los elementos sensores (8) de forma tangencial y radial en función de las cargas a medir. En la figura 3 se muestra un detalle de dicha disposición.

Para medir las cargas axiales se ha seleccionado una distribución distribuida alrededor de una tapa (5) en la que se han mecanizado unas nervaduras (10) según planos axiales para posicionar los elementos sensores. En la figura 4 se muestra la localización concreta de los elementos sensores axiales (14).

Para el dimensionamiento de los sensores (8 y 14) y la determinación de los puntos óptimos de medida de los elementos sensores se calcula su respuesta estructural mediante análisis teóricos y/o simulación virtual, como el método de los elementos finitos, con el fin de valorar tanto la rigidez como la resistencia del sensor.

Los elementos sensores pueden ser de tipo extensiométrico, piezoeléctrico, capacitivo, resistivo, fibra óptica u otras tecnologías sensóricas. La disposición y su montaje dependerán de dicha tecnología.

Los elementos sensores se colocan en las direcciones de medida determinadas previamente en función de las magnitudes a medir y los resultados de los análisis previos teóricos y simulaciones para conseguir el sensor axial y radial.

El montaje de los sensores se realiza adaptando el nuevo conjunto de elementos a las especificaciones de ensamblaje generales de la multiplicadora, de forma que no haya modificaciones esenciales en la distribución de esfuerzos.

Los sensores se completan con la electrónica necesaria para el acondicionamiento y tratamiento de señal.

REIVINDICACIONES

1. Multiplicadora sensorizada dispuesta entre el buje del rotor (2) y el generador (3), que comprende una pluralidad de sensores situados en el exterior e interior de la misma, **caracterizada** porque los sensores (8 y 14) se aplican en puntos cercanos a los rodamientos y a los ejes, preferentemente en casquillos (12) y soportes de rodamientos o tapas (5) y miden las deformaciones, cargas y esfuerzos axiales y radiales en los ejes rotativos, realizando la medición de forma instantánea e implementándose en un sistema de control que regula la potencia del aerogenerador.

2. Multiplicadora sensorizada, según reivindicación primera, **caracterizada** porque la tapa (5) se fija a las paredes de la carcasa (7) donde apoyan los ejes rotativos (4, 5 y 6) transmitiendo las cargas del eje (11) a la carcasa (7), dicha tapa (5) tiene un número de nervios (10) en función de las cargas a medir y de la sensibilidad diferenciada para cada posición angular, disponiéndose de un elemento sensor (14) acoplado en cada uno de los nervios (10).

3. Multiplicadora sensorizada, según reivindicación 2ª, **caracterizada** porque los sensores (14) de la tapa (5) registran esfuerzos y deformaciones axiales.

4. Multiplicadora sensorizada, según reivindicación primera, **caracterizada** porque el casquillo (12) se dispone sobre la carcasa (7) o cuerpo de la multiplicadora soportando el rodamiento (9) y a su vez el eje rotativo (11), dispone de un número de elementos sensores (8) y su fijación se completa con unas piezas auxiliares (13) que se disponen entre el eje (11) y el rodamiento (9) para fijar y centrar ambos elementos.

5. Multiplicadora sensorizada, según reivindicación 4ª, **caracterizada** porque los elementos sensores (8) del casquillo (12) se combinan para medir las cargas radiales.

6. Multiplicadora sensorizada, según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las señales emitidas por los sensores alimentan el sistema de control del aerogenerador, convirtiéndose en datos digitales que pueden ser almacenados en un sistema informático y utilizados directamente para la actuación en tiempo real sobre los sistemas de regulación de las r.p.m, parada de emergencia, pitch de una o más palas, etc.

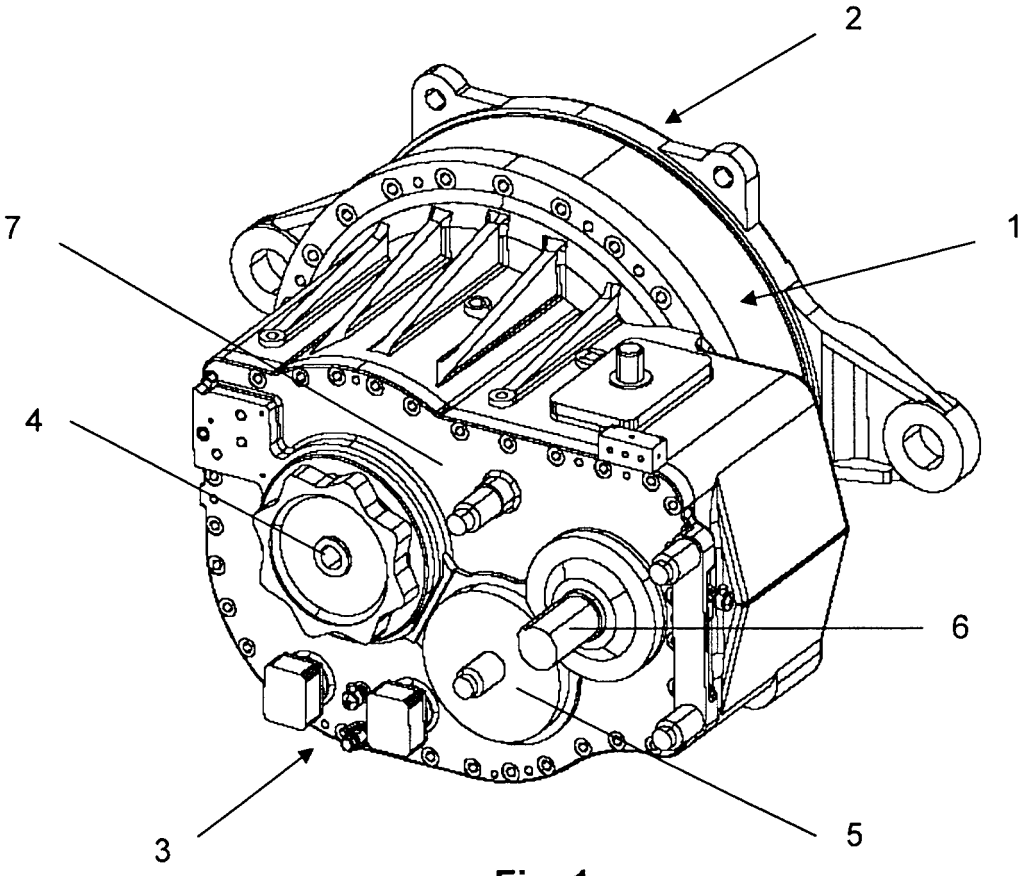


Fig. 1

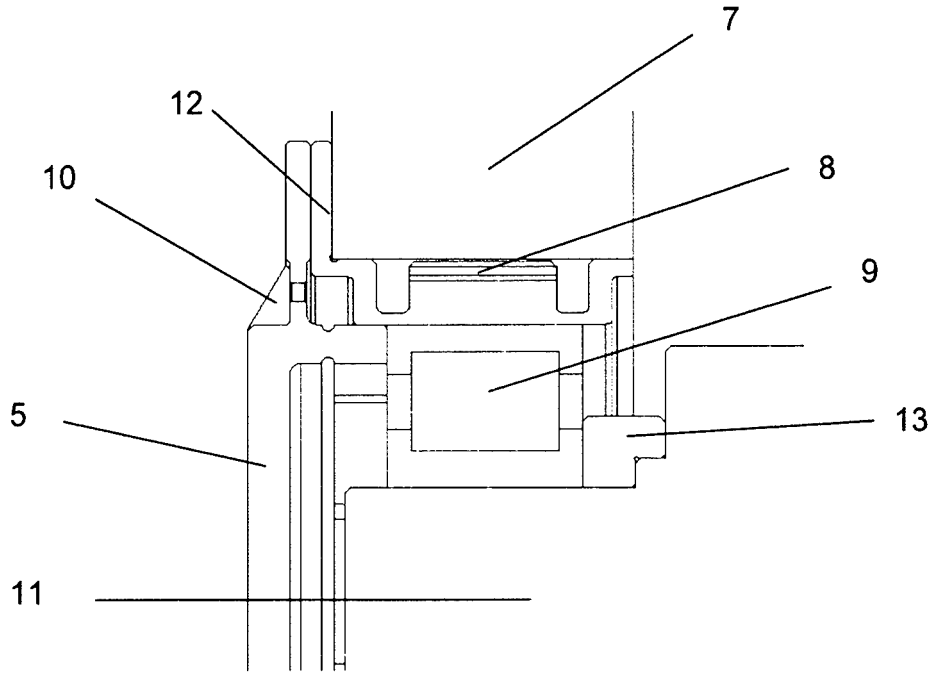


Fig. 2

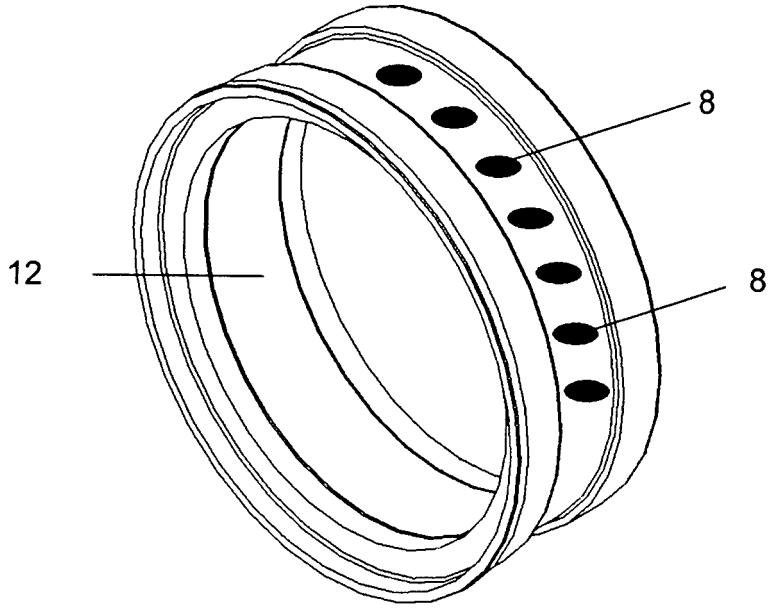


Fig. 3

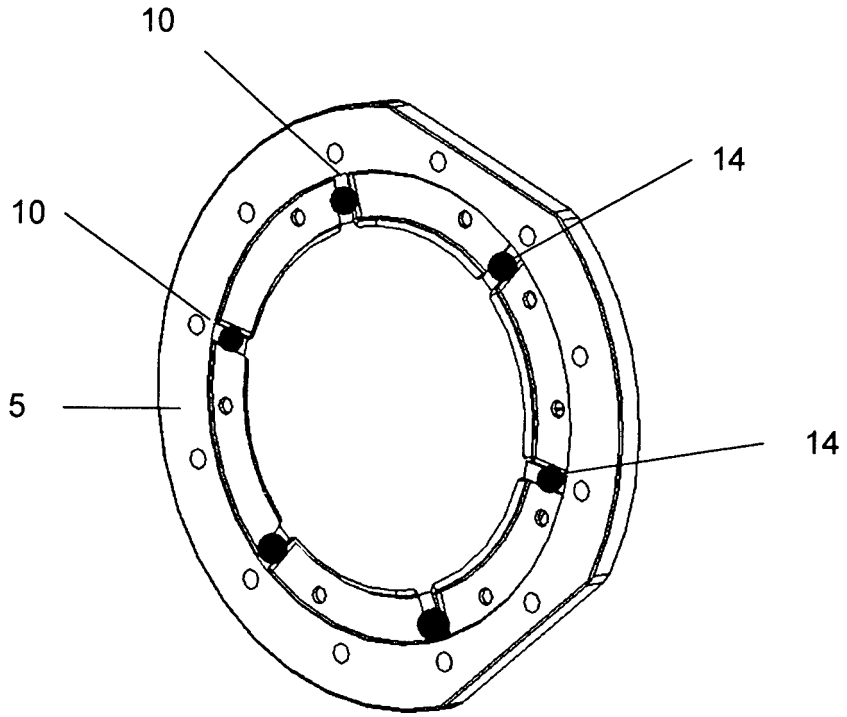


Fig. 4

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) ES 2 303 480

(21) Nº de solicitud: 200700444

(22) Fecha de presentación de la solicitud: **26.01.2007**

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

(51) **Int. Cl.:** ***F03D 7/04*** (2006.01)
F03D 11/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	DE 102005003983 A1 (LOHMANN & STOLTERFOHT GMBH) 10.08.2006, todo el documento.	1-6
A	US 2002049108 A1 (HOSLE et al.) 25.04.2002, párrafo [29]; figuras.	1-6
A	US 2005282678 A1 (MUNDIS et al.) 22.12.2005, todo el documento.	1-6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
20.06.2008	Mª A. López Carretero	1/1