

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 632**

51 Int. Cl.:

G01M 13/02 (2009.01)

G01M 13/021 (2009.01)

G01M 13/028 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2017 PCT/EP2017/055939**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.09.2017 WO17157907**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2017 E 17709717 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3430369**

54 Título: **Adaptador de sonda ultrasónica, método de prueba ultrasónica y sistema de prueba ultrasónica para objetos dentados**

30 Prioridad:

14.03.2016 DE 202016101407 U
14.03.2016 EP 16160212

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.11.2020

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

THOMSEN, RALF

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 795 632 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

Adaptador de sonda ultrasónica, método de prueba ultrasónica y sistema de prueba ultrasónica para objetos dentados

5 La presente invención se refiere a un adaptador de sonda ultrasónica para prueba ultrasónica de muestras de prueba dentadas, un método de prueba ultrasónica y un sistema de prueba ultrasónica para detectar defectos en las muestras de prueba dentadas.

10 La prueba ultrasónica pertenece a los métodos de prueba no destructivos, y la prueba ultrasónica comprende en particular la detección de defectos dentro y/o sobre un material por medio de ultrasonidos. El uso de la prueba ultrasónica como método acústico permite que los componentes se prueben también en un estado integrado o no destruido. El principio de la prueba ultrasónica se basa al menos en el hecho de que las ondas ultrasónicas emitidas por un dispositivo ultrasónico se propagan a diferentes velocidades en diferentes medios.

15 La prueba ultrasónica se usa en particular para materiales que tienen un comportamiento de conducción del sonido. La prueba ultrasónica se usa especialmente para detectar defectos internos y externos, por ejemplo, en costuras de soldadura, forjados y/o piezas fundidas. El método ultrasónico se usa además para detectar defectos situados en el interior de un material o de un componente. Tales defectos pueden ser, por ejemplo, inclusiones, grietas, cavidades, puntos de separación y/o la existencia de límites.

20 Los procesos de prueba ultrasónica usan, entre otros componentes, un cabezal de transmisión y/o de recepción, que transmite señales ultrasónicas o pulsos ultrasónicos. El cabezal de transmisión y/o de recepción transmite y/o recibe, por ejemplo, ondas longitudinales. Cuando la onda de sonido de la sonda ultrasónica entra en el material, ocurre una transformación de onda. La prueba normalmente se lleva a cabo con una onda transversal. Las velocidades del sonido para las dos formas de onda en un material son diferentes. La onda longitudinal generalmente siempre será más rápida.

25 En el caso de este método ultrasónico, al que también se hace referencia como método de reflexión de sonido o método de eco de pulso, el defecto más pequeño que se puede mostrar es mayor que la mitad de la longitud de onda de la onda de sonido transmitida, que es dependiente de la velocidad del sonido del material y de la frecuencia de la sonda ultrasónica. No obstante, el nivel de frecuencia no se puede aumentar indefinidamente, dado que los límites de grano de la microestructura de un material pueden conducir a dispersión y absorción, por lo que se reducirá la profundidad de penetración. Resulta que, en el caso de materiales que tienen una estructura cristalina gruesa, no se pueden utilizar altas frecuencias, dado que la influencia ejercida por los límites de grano individuales sobre una señal ultrasónica sería demasiado fuerte. Los defectos causan un comportamiento de reflexión de desviación de las ondas de sonido, de modo que el comportamiento de reflexión se puede utilizar para la detección de defectos.

30 En lo que respecta a la prueba ultrasónica de engranajes, se han de cumplir diversas demandas. Una de estas demandas es que también se pueden detectar defectos muy finos, por ejemplo, grietas en el interior del material. Además, es un desafío hacer que los pulsos ultrasónicos entren al material del componente dentado con suficiente precisión. Esto es debido principalmente a la superficie de engranaje no lisa o no plana, que se caracteriza más bien por una secuencia de dientes individuales. Los dispositivos de prueba ultrasónica y los métodos ultrasónicos para probar componentes dentados conocidos en la técnica anterior ofrecen diversas ventajas, pero son deseables, sin embargo, dispositivos y métodos mejorados.

35 La prueba ultrasónica de componentes dentados, en particular de engranajes que tienen dientes externos, con los dispositivos conocidos en la técnica anterior tiene varias desventajas, que se manifiestan por sí mismas esencialmente en una detección de defectos menos eficiente. Esto se puede explicar especialmente por el hecho de que los dientes dificultan introducir los pulsos ultrasónicos homogéneamente. Además, la prueba de componentes dentados por medio de los dispositivos y métodos conocidos implica procesos intensivos en personal y en tiempo, que solamente se pueden automatizar en una medida limitada.

Los adaptadores de sonda ultrasónica de última generación para prueba ultrasónica de muestras de prueba dentadas externamente son conocidos a partir del documento JP 2000326141, JPH 04350554 y US 2013/0312512.

40 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un adaptador de sonda ultrasónica, un método de prueba ultrasónica y un sistema de prueba ultrasónica, que reduzcan o eliminen una o más de las desventajas mencionadas anteriormente. En particular, es un objeto de la presente invención proporcionar un adaptador de sonda ultrasónica, un método de prueba ultrasónica y un sistema de prueba ultrasónica, que permitan una detección mejorada y/o simplificada de defectos en componentes, en particular en componentes de plantas de energía eólica, especialmente de componentes dentados, tales como cojinetes de palas.

45 Según un primer aspecto de la presente invención, este objeto se logra mediante un adaptador de sonda ultrasónica según la reivindicación 1.

La presente invención se basa en el hallazgo de que la prueba ultrasónica se puede mejorar usando un adaptador de sonda ultrasónica que exhiba en su lado de la muestra de prueba una forma negativa de la muestra de prueba, es decir, del componente a ser probado. En el presente caso, el adaptador de sonda ultrasónica, por lo tanto exhibe parcial o totalmente la forma negativa de un engranaje, de modo que el lado que se enfrenta hacia la muestra de prueba tenga también dientes.

Dado que, durante la prueba ultrasónica, normalmente se usa una sonda ultrasónica, un lado del adaptador de sonda ultrasónica se enfrenta a esta sonda ultrasónica durante la prueba ultrasónica. Este lado de la sonda del adaptador de sonda ultrasónica está configurado especialmente de manera que sea adecuado para disponer y/o mover una sonda ultrasónica. Dado que el adaptador de sonda ultrasónica está dispuesto preferiblemente entre una sonda ultrasónica y una muestra de prueba, el lado de la sonda se enfrenta a la sonda ultrasónica y de este modo se enfrenta lejos de la muestra de prueba.

En contraste con el lado de la sonda, el lado de la muestra de prueba se enfrenta a la muestra de prueba. La muestra de prueba es una muestra de prueba dentada externamente, a ser probada por medio de ultrasonidos, tales muestras de prueba siendo, por ejemplo, engranajes y/o componentes dentados de plantas de energía eólica, preferiblemente cojinetes de palas de plantas de energía eólica. Por lo tanto, el lado de la muestra de prueba también está configurado de manera que permita una prueba ultrasónica en una muestra de prueba, en particular de manera que el lado de la muestra de prueba tenga una geometría que corresponda sustancialmente a una forma negativa de la muestra de prueba y/o una forma negativa de la superficie de la muestra de prueba.

El adaptador de sonda ultrasónica comprende además la extensión longitudinal del lado de la muestra de prueba y la extensión longitudinal del lado de la sonda, que preferiblemente y sustancialmente tienen la misma orientación. Dado que el lado de la muestra de prueba y/o el lado de la sonda también pueden tener superficies curvas, la orientación de estas extensiones longitudinales también puede ser parcial o totalmente diferente.

Además, el adaptador de sonda ultrasónica tiene un grosor que se extiende desde el lado de la sonda al lado de la muestra de prueba y que, además, se orienta preferiblemente ortogonalmente a la extensión longitudinal del lado de la muestra de prueba y/o a la extensión longitudinal del lado de la sonda. El espesor no necesita ser constante, sino que puede variar a lo largo de una de las extensiones longitudinales y/o a lo largo de una anchura. Esta anchura es ortogonal al grosor y ortogonal a la extensión longitudinal del lado de la sonda y/o a la extensión longitudinal del lado de la muestra de prueba.

Un cuerpo base, definido por la extensión longitudinal del lado de la sonda y la extensión longitudinal del lado de la muestra de prueba, el grosor y la anchura, puede tener, de este modo, secciones transversales rectangulares, pero también secciones transversales curvas. Las secciones transversales curvas se obtienen especialmente en los casos en los que el cuerpo base del adaptador de sonda ultrasónica está configurado como un segmento de anillo. Según la invención, la extensión de formación de anillo es la extensión longitudinal del lado de la sonda y/o la extensión longitudinal del lado de la muestra de prueba.

Según la presente invención, el dentado de prueba está dispuesto en el lado de la muestra de prueba. El dentado de prueba está configurado como un diente, dos dientes o una pluralidad de dientes. En particular, el término dentado de prueba representa una secuencia de dos o de una pluralidad de dientes yuxtapuestos, de modo que se forme una fila de dientes. Estos dientes tienen las características geométricas normales conocidas a partir de la técnica anterior. Según una realización especialmente preferida, el dentado representa una forma negativa de los dientes de la muestra de prueba a ser probada. Además, los dientes del dentado de prueba están dispuestos en el lado de la muestra de prueba. Por lo tanto, el adaptador de sonda ultrasónica se aumenta, completamente o en modo de sección, en grosor a lo largo de la extensión longitudinal del lado de la muestra de prueba por el dentado, en particular por la altura de los dientes en la dirección del grosor. Los dientes, en lo que respecta a su grosor de diente más grande respectivo, se pueden disponer en contacto directo unos con otros o separados unos de otros.

La altura total del adaptador de sonda ultrasónica en la dirección del grosor se determina, de este modo, por una parte, por el grosor del cuerpo base y, por otra parte, por una altura, en particular un apéndice, de los dientes dispuestos en el cuerpo base. Dependiendo de la naturaleza de los dientes de la muestra de prueba a ser probada, el dentado de prueba en el adaptador de sonda ultrasónica, por ejemplo, puede comprender un dentado involutivo, un dentado cicloidal y/o un dentado de engranaje de linterna. Además, el dentado de prueba puede comprender preferiblemente dientes rectos o dientes helicoidales. Independientemente de la naturaleza del dentado, un diente de un dentado está configurado al menos por su apéndice y su anchura.

Por lo tanto, el adaptador de sonda ultrasónica está dispuesto en una muestra de prueba dentada externamente. Haciendo uso del lado de la sonda preferiblemente no dentado, se puede disponer y/o mover una sonda ultrasónica de un dispositivo ultrasónico en el lado de la sonda. Por lo tanto, las señales ultrasónicas transmitidas por la sonda ultrasónica pasarán a través del adaptador de sonda ultrasónica y entrarán en la muestra de prueba. Disponiendo y/o moviendo la sonda ultrasónica en un lado de la sonda preferiblemente no dentado, la prueba ultrasónica se puede mejorar en la medida en que se optimizará la introducción de las señales ultrasónicas en la muestra de prueba. Además, la disposición y/o el movimiento de la sonda ultrasónica se pueden simplificar, dado que la sonda ultrasónica debe realizar un movimiento sustancialmente de traslación, preferiblemente en la dirección longitudinal

del adaptador de sonda ultrasónica. Esto, por ejemplo, puede tener el efecto de que el método de prueba ultrasónica se puede llevar a cabo con menos propensión a errores y/o más fácil y/o de una manera automatizada.

5 Según una realización preferida del adaptador de sonda ultrasónica, el adaptador de sonda ultrasónica comprende plexiglás o está hecho de plexiglás. El plexiglás, al que también se hace referencia como vidrio acrílico, es metacrilato de polimetilo, PMMA para abreviar. El plexiglás puede estar disponible como un material transparente o como uno no transparente. El plexiglás es adecuado para el presente caso de uso, por ejemplo, porque es un material que se puede conformar fácilmente. Además, el plexiglás se puede procesar, por ejemplo, mecanizar, fácilmente de modo que los adaptadores de sonda ultrasónica que están hechos de plexiglás o que comprenden plexiglás se puedan producir a un precio razonable.

10 Según una realización preferida adicional del adaptador de sonda ultrasónica, el lado de la muestra de prueba y el lado de la sonda están dispuestos en relación opuesta uno con otro.

15 Según la invención, dicho adaptador de sonda ultrasónica está configurado como un anillo o un segmento de anillo, de modo que el lado de la sonda forme la superficie circunferencial externa y el lado de la muestra de prueba forme la superficie circunferencial interna. Este tipo de adaptador de sonda ultrasónica tiene por lo tanto una geometría que define un anillo, las superficies circunferenciales que están cerradas y, de este modo, son continuas. Preferiblemente, tales adaptadores de sonda ultrasónica se usan para probar engranajes, dichos engranajes que tienen un diámetro más pequeño, en particular un diámetro de la raíz más pequeño, que el adaptador de sonda ultrasónica que está configurado como anillo. Por lo tanto, será suficiente disponer el adaptador de sonda ultrasónica solamente una vez en una muestra de prueba y posteriormente mover la superficie circunferencial externa o el lado de la sonda del adaptador de sonda ultrasónica con una sonda ultrasónica. Según una alternativa de la invención, el adaptador de sonda ultrasónica está configurado como segmento de anillo secundario, que, distinto de la realización explicada anteriormente, no forma un anillo completo sino solamente un segmento de anillo, por ejemplo, 270 grados como un segmento de tres cuartos o uno de 180 grados como un segmento semicircular. Por lo tanto, las superficies circunferenciales están abiertas en modo de sección y, en consecuencia, no son continuas.

25 Según una realización adicional especialmente preferida del adaptador de sonda ultrasónica, el dentado está dispuesto sustancialmente a lo largo de toda la extensión del lado de la muestra de prueba. Esta realización tiene el efecto de que los dientes están dispuestos a lo largo del lado de la muestra de prueba, posiblemente en una relación separada unos con otros. No obstante, también este modo de disposición permite, en principio, que ningún diente esté dispuesto en los extremos del adaptador de sonda ultrasónica o en áreas adyacentes a estos extremos, es decir, en los extremos entre los cuales se extiende la dimensión longitudinal del adaptador de sonda ultrasónica.

30 Según una realización adicional especialmente preferida del adaptador de sonda ultrasónica, los grosores de diente de los dientes del dentado se extienden sustancialmente paralelos a la extensión longitudinal del lado de la muestra de prueba. En el caso de un lado curvo de la muestra de prueba, los espesores de diente están orientados preferiblemente paralelos a una tangente en el lado de la muestra de prueba, dicha tangente que está situada en el punto en el que una línea de bisección del flanco del diente se encuentra con el lado de la muestra de prueba.

35 Según una variante de realización adicional del adaptador de sonda ultrasónica, el lado de la sonda está configurado de manera que una sonda ultrasónica se puede disponer y/o mover. Por lo tanto, el lado de la sonda preferiblemente no ha proporcionado sobre el mismo ningún dentado. Además, el lado de la sonda es preferiblemente sustancialmente liso, de modo que se puede disponer y/o mover una sonda ultrasónica. Una superficie sustancialmente lisa es en particular ventajosa en la medida en que no se corromperán los pulsos ultrasónicos transmitidos al adaptador de sonda ultrasónica. Además, la superficie tiene preferiblemente una estructura predominantemente homogénea. Esta estructura, por ejemplo, puede tener cierta rugosidad. Además, el lado de la sonda según esta variante de realización preferiblemente no debería tener estructuras y/o muescas con bordes afilados.

40 Según un aspecto adicional de la presente invención, el objeto especificado al principio se logra mediante un método de prueba ultrasónico para detectar defectos para su uso con muestras de prueba dentadas externamente, en particular componentes dentados de las plantas de energía eólica, preferiblemente cojinetes de palas de plantas de energía eólica, dicho método que comprende los pasos de proporcionar un adaptador de sonda ultrasónica, en particular un adaptador de sonda ultrasónica según las realizaciones mencionadas anteriormente, disponer el adaptador de sonda ultrasónica en un dentado externo de la muestra de prueba, transmitiendo un pulso de sonido a través del adaptador de sonda ultrasónica en la muestra de prueba y recibiendo un pulso de eco para detectar un defecto en el material de la muestra de prueba.

45 El paso de disponer el adaptador de sonda ultrasónica en una muestra de prueba se lleva a cabo en particular de manera que se engranarán los dientes del adaptador de sonda ultrasónica y los dientes del dentado externo de la muestra de prueba. Preferiblemente, los dientes del adaptador de sonda ultrasónica y los dientes de la muestra de prueba entran en contacto unos con otros. Según una realización preferida alternativa, el adaptador de sonda ultrasónica está separado del dentado externo de la muestra de prueba, de modo que habrá un espacio libre entre la muestra de prueba y el adaptador de sonda ultrasónica. También en este caso, los dientes del dentado de prueba están dispuestos preferiblemente al menos parcialmente en los huecos de los dientes del dentado de la muestra de

prueba. El espacio libre resultante entonces se puede llenar preferiblemente, por ejemplo, con un medio. Este medio puede ser especialmente aceite y/o agua. La transmisión del pulso de sonido a través del adaptador de sonda ultrasónica en la muestra de prueba se efectúa preferiblemente mediante una sonda ultrasónica dispuesta en el lado de la sonda del adaptador de sonda ultrasónica. Además, la transmisión del pulso de sonido se efectúa preferiblemente mediante una sonda ultrasónica en movimiento.

Además, el adaptador de sonda ultrasónica puede estar dispuesto preferiblemente en modo de sección. En este caso, el adaptador de sonda ultrasónica está configurado, por ejemplo, como un segmento de anillo, de modo que el adaptador de sonda ultrasónica solamente cubra una parte de la muestra de prueba. Según una realización alternativa preferida, el adaptador de sonda ultrasónica está configurado como un anillo, de modo que el adaptador de sonda ultrasónica encerrará completamente la muestra de prueba. Este encerramiento se debería entender especialmente de manera que toda la circunferencia de la muestra de prueba esté encerrada por el adaptador de sonda ultrasónica.

La recepción del pulso de eco, en particular con el propósito de detectar un defecto dentro y/o sobre el material de la muestra de prueba, tiene lugar, por ejemplo, o bien por la sonda ultrasónica mencionada anteriormente o bien por un cabezal de recepción de pulso de eco separado que comprende, por ejemplo, un sensor de sonido. La recepción del pulso de eco sirve especialmente al propósito de detección de defectos, de modo que se prefiere una evaluación adecuada de este pulso de eco posterior a la recepción. En particular, se prefiere que esta evaluación revele un defecto en el material e identifique además preferiblemente dónde se sitúa este defecto en el material.

Según una realización preferida del método de prueba ultrasónica, la muestra de prueba es un elemento de una planta de energía eólica, en particular, un cojinete de palas con dientes externos de una planta de energía eólica. Se prefiere especialmente el uso de este método y/o del adaptador de sonda ultrasónica en el campo de las plantas de energía eólica. Debido al tamaño de las plantas de energía eólica y de los componentes individuales de las mismas, requiere mucho esfuerzo desmontar tales plantas o componentes de energía eólica. El método según la presente invención y el adaptador de sonda ultrasónica según la presente invención permiten que la prueba ultrasónica se lleve a cabo en la planta de energía eólica en el sitio.

Este tipo de prueba permite no solamente sacar provecho de las ventajas de la prueba ultrasónica descrita anteriormente, sino también ahorrar costes, al menos en la medida en que la planta de energía eólica no necesite ser desmontada o que será suficiente desmontarla solamente parcialmente. Un requisito previo para el uso de este método en el caso de las plantas de energía eólica es que la planta de energía eólica se quede sustancialmente quieta.

Según otra realización especialmente preferida del método de prueba ultrasónica, se dispone un lubricante, en particular un aceite, entre el adaptador de sonda ultrasónica y la muestra de prueba. El método de prueba ultrasónica descrito anteriormente se puede usar especialmente para detectar grietas en el área de los agujeros provistos en la muestra de prueba. Dado que se formarán grietas en los materiales, especialmente en hendiduras, tales como agujeros, el método es particularmente adecuado para este propósito.

Según una realización adicional especialmente preferida del método de prueba ultrasónica, este último comprende los pasos adicionales de mover una parte dentada de un componente de una planta de energía eólica lejos de su región operativa, preferiblemente lejos de la región operativa de un motor de paso, y probar la región operativa con los pasos según al menos una de las variantes de realización anteriores del método de prueba ultrasónica. Los motores de paso sirven para rotar la pala de una planta de energía eólica alrededor de un eje longitudinal. Dado que esta rotación normalmente tiene lugar solamente en un pequeño rango angular y no en forma de una rotación completa de 360 grados, un dentado, que se proporciona la pala de una planta de energía eólica y/o el cojinete de palas y que sirve para rotar la pala de una planta de energía eólica, estará sometido a esfuerzo y deformación, en particular localmente. Esta es el área local en la que normalmente se mueve un elemento del motor de paso correspondiente al dentado, el motor de paso que se usa para mover la pala de una planta de energía eólica. Cuando la pala de una planta de energía eólica gira de manera que no está dentro de su región operativa normal, esto tendrá el efecto de que el dentado, sobre el cual se mueve el motor de paso durante la operación, será accesible especialmente para la prueba ultrasónica. Por lo tanto, especialmente esta región local se puede probar por medio del método de prueba ultrasónica según una de las realizaciones descritas anteriormente.

Según un aspecto adicional de la presente invención, el objeto especificado al principio se logra por un sistema de prueba ultrasónica para detectar defectos en muestras de prueba dentadas externamente, dicho sistema de prueba ultrasónica que comprende un dispositivo de prueba ultrasónica configurado para transmitir y/o recibir un pulso de sonido, y un adaptador de sonda ultrasónica según una de las realizaciones mencionadas anteriormente. Tal sistema de prueba ultrasónica es ventajoso en la medida en que combina las ventajas mencionadas anteriormente del método de prueba ultrasónica con las ventajas del adaptador de sonda ultrasónica, que también se han mencionado anteriormente.

En lo que respecta a ventajas adicionales, variantes de realización y detalles de realización de estos aspectos adicionales y sus posibles desarrollos adicionales, también se hace referencia a la descripción anterior de las características respectivas y desarrollos adicionales del adaptador de sonda ultrasónica.

Una realización preferida de la presente invención se describe ejemplarmente sobre la base de las figuras adjuntas, en las que:

La Fig. 1 muestra una vista lateral esquemática de una realización ejemplar de un adaptador de sonda ultrasónica según la presente invención;

5 La Fig. 2 muestra una vista superior esquemática del adaptador de sonda ultrasónica según la Fig. 1;

La Fig. 3 muestra un ejemplo de uso para un adaptador de sonda ultrasónica según la presente invención;

La Fig. 4 muestra un caso de daños en el campo de uso de un adaptador de sonda ultrasónica según la presente invención;

La Fig. 5 muestra una vista adicional del caso de daños según la Fig. 4;

10 La Fig. 6 muestra una representación de un resultado de prueba ultrasónica obtenido por medio de un adaptador de sonda ultrasónica según la presente invención;

La Fig. 7 muestra una vista esquemática de un sistema de prueba ultrasónica.

15 La Fig. 1 muestra una vista lateral esquemática de una realización ejemplar de un adaptador de sonda ultrasónica 1 según la presente invención. El adaptador de sonda ultrasónica 1 comprende un cuerpo base y un dentado de prueba 21. El cuerpo base está definido por una extensión longitudinal L, un espesor D y una anchura B (que no se muestra aquí). La extensión longitudinal L del adaptador de sonda ultrasónica 1 se extiende desde un primer extremo 12 hasta un segundo extremo 14. Ortogonalmente a la extensión longitudinal L, el adaptador de sonda ultrasónica 1 tiene además el espesor D. El espesor D se extiende desde un lado de la sonda 10 hasta un diámetro de la raíz 23 del dentado de prueba 21. La dimensión del grosor D varía a lo largo de la extensión longitudinal L, de modo que el lado cóncavo de la muestra de prueba 20 está definido por la anchura B, que se orienta ortogonalmente al grosor D y ortogonalmente a la extensión longitudinal L, y el diámetro de la raíz 23, que se extiende sustancialmente en la dirección longitudinal.

20 En el lado de la muestra de prueba 20, se dispone el dentado de prueba 21. El dentado de prueba 21 comprende los dientes 22, 22a, 22b individuales, que están dispuestos lado a lado a lo largo del diámetro de la raíz 23 a distancias iguales unos de otros. El grosor de diente Z se extiende aquí sustancialmente paralelo al diámetro de la raíz 23 en el lado de la muestra de prueba 20. Además, un apéndice KH de los dientes 22, 22a, 22b, que se extiende desde la raíz del diente respectivo hasta la cresta del diente, tiene una dimensión constante.

25 El lado de la sonda 10 se extiende en el lado opuesto del lado de la muestra de prueba 20. El lado de la sonda 10 se extiende desde el primer extremo 12 hasta el segundo extremo 14 del adaptador de sonda ultrasónica 1. El lado de la sonda 10 tiene una superficie plana de modo que, otro distinto del lado de la muestra de prueba 20, el lado de la sonda 10 no tenga ningún radio R.

30 La Fig. 2 muestra una vista superior esquemática del adaptador de sonda ultrasónica 1 según la Fig. 1. La anchura B se extiende, según la presente invención, ortogonalmente a la extensión longitudinal L y ortogonalmente al grosor D. Los dientes 22, 22a, 22b se extienden a lo largo de toda la anchura B del adaptador de sonda ultrasónica. Además, la Fig. 2 muestra que el primer extremo 12 está unido por un área que, a su vez, está unida por el primer diente 21a. Además, también el segundo extremo 14 está unido por un área, que está unida por el último diente 21b.

35 La Fig. 3 muestra un ejemplo de uso para un adaptador de sonda ultrasónica 1 según la presente invención. El ejemplo de uso muestra un cojinete de palas 100 que tiene dientes externos 102 así como pernos prisioneros 104 dispuestos en los agujeros de montaje 106.

40 La Fig. 4 muestra además un caso de daños en el campo de uso de un adaptador de sonda ultrasónica 1 según la presente invención. El caso de daños muestra un cojinete de palas 100' que se rompió por separado en un sitio de daños 110. El sitio de daños 110 se extiende a través de un orificio de montaje 106' en la dirección de una dirección que es ortogonal a la extensión longitudinal del orificio de montaje 106'. Una mitad del orificio de montaje 106' roto por separado ha dispuesto además sobre el mismo de los pernos prisioneros 104 que estaban dispuestos previamente en el orificio de montaje 106'. Debido a los daños, el cojinete de palas 100' cayó desde la torre de una planta de energía eólica sobre el suelo cerca de la planta de energía eólica. Por lo tanto, partes del cojinete de palas 100' se han cubierto con lodo 107.

45 El lodo 107 es especialmente tierra empapada con agua, por ejemplo, con lluvia. En particular, algunos pernos prisioneros 105 se cubren por dicho lodo 107 o el lodo se sitúa en algunos puntos de estos pernos prisioneros 105 con lodo.

50 La Fig. 5 muestra una vista adicional del caso de daños según la Fig. 4. La Fig. 5 muestra la mitad del agujero de montaje 106' roto por separado que tiene, también en esta condición rota por separado, dispuesto el perno de prisionero 104 en el mismo.

La Fig. 6 muestra una representación gráfica de un resultado de prueba ultrasónica obtenido por medio de un adaptador de sonda ultrasónica 1 según la presente invención. La representación del resultado de la prueba 200 muestra el resultado de la prueba ultrasónica, en particular de la prueba ultrasónica llevada a cabo por medio del adaptador de sonda ultrasónica 1 según la presente invención sobre un cojinete de palas 100, 100' que tiene uno o una pluralidad de agujeros de montaje 106, 106'. Por lo tanto, la representación del resultado de la prueba 200 comprende la detección de agujeros 202 del agujero de montaje 106, 106' con una amplitud 203 pequeña. Además, la representación del resultado de la prueba 200 también comprende la detección de grietas 204 con una amplitud 205 grande.

La Fig. 7 muestra una vista esquemática de un sistema de prueba ultrasónica 300 que comprende un dispositivo de prueba ultrasónica 310 y una sonda ultrasónica 320. Además, la sonda ultrasónica 320 está dispuesta en el lado de la sonda horizontal y sustancialmente plana 10' del adaptador de sonda ultrasónica 1'. Además, el adaptador de sonda ultrasónica 1' tiene su lado de la muestra de prueba 20' dispuesto en los dientes externos 102' de la muestra de prueba 101. Debido a esta disposición, los pulsos ultrasónicos controlados por la sonda ultrasónica 320 se pueden transmitir a la muestra de prueba a través de la sonda ultrasónica 320 y a través del adaptador de sonda ultrasónica 1', de modo que se pueden detectar defectos y/o daños materiales, en particular en el área de los agujeros de montaje 106".

Resulta que el adaptador de sonda ultrasónica 1 mostrado en la Fig. 1 y 2 ofrece la ventaja de la detección de grietas 204 en los componentes dentados 100. Con este fin, el adaptador de sonda ultrasónica 1 está dispuesto de manera que su lado de la muestra de prueba 20 esté situado sobre y/o dentro y/o en los dientes externos 102, 102' de la muestra de prueba. El adaptador de sonda ultrasónica 1 está dispuesto especialmente de manera que sus dientes 22, 22a, 22b estén dispuestos en los huecos de los dientes de los dientes externos 102, 102' del cojinete de palas 100, 100' y/o de la muestra de prueba 101. Por una parte, el modo de disposición puede ser de manera que los dientes 22, 22a, 22b del adaptador de sonda ultrasónica 1 así como los dientes de los dientes externos 102, 102' de la muestra de prueba 101 y/o del cojinete de palas 100, 100' estén en contacto directo unos con otros. Por otra parte, es posible disponer el adaptador de sonda ultrasónica 1 en relación separada con la muestra de prueba 101 y/o el cojinete de palas 100, 100', en particular los dientes externos 102, 102'. Este espacio se puede puentear por ejemplo, con aceite.

Cuando el adaptador de sonda ultrasónica 1 se ha dispuesto en la muestra de prueba 101 y/o el cojinete de palas 100, 100' como se ha descrito anteriormente, una sonda ultrasónica 320 se mueve sobre el lado de la sonda 10 del adaptador de sonda ultrasónica 1. Mientras que la sonda ultrasónica 320 se mueve de esta forma, transmite preferiblemente pulsos ultrasónicos. La evaluación del eco, en particular de las amplitudes 203, 205 del eco, permite, entre otras cosas, una detección de sitios de daños en el interior de un componente. Detectando un sitio de daños, que se sitúa en el interior de un componente, se puede predecir y/o evitar la destrucción de este componente. A través de esta predicción, también se pueden evitar daños a los componentes, que corresponden al componente dañado.

Números de referencia

1, 1'	adaptador de sonda ultrasónica
10, 10'	lado de la sonda
12	primer extremo
40 14	segundo extremo
20, 20'	lado de muestra de prueba
21	dentado de prueba
22	diente
22a	primer diente
45 22b	último diente
23	diámetro de la raíz
100, 100'	cojinete de palas
101	muestra de prueba
102, 102'	dientes externos
50 104	perno prisionero

	105	perno prisionero con lodo
	106, 106', 106"	agujero de montaje
	107	lodo
	110	sitio de daños
5	200	representación de resultado de la prueba
	202	detección de agujero
	203	amplitud pequeña
	204	detección de grieta
	205	amplitud grande
10	300	sistema de prueba ultrasónico
	310	dispositivo de prueba ultrasónico
	320	sonda ultrasónica
	B	anchura
	D	espesor
15	KH	apéndice
	L	extensión longitudinal
	R	radio del lado de la muestra de prueba
	Z	grosor de diente

REIVINDICACIONES

1. Un adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') para prueba ultrasónica de muestras de prueba dentadas externamente (100, 100', 101), que comprende
- 5 - un lado de la sonda (10, 10') que preferiblemente se enfrenta lejos de una muestra de prueba (100, 100', 101) durante la prueba ultrasónica,
- un lado de la muestra de prueba (20, 20') que se enfrenta a una muestra de prueba (100, 100', 101) durante la prueba ultrasónica,
- en donde el lado de la sonda (10, 10') y el lado de la muestra de prueba (20, 20') tienen cada uno una extensión longitudinal (L),
- 10 - un espesor (D) que se extiende desde el lado de la sonda (10, 10') hasta el lado de la muestra de prueba (20, 20'),
- una anchura (B) que se extiende ortogonalmente al grosor (D) y ortogonalmente a la extensión longitudinal del lado de la sonda (10, 10') y/o a la extensión longitudinal del lado de la muestra de prueba (20, 20'),
- 15 en donde un dentado de prueba (21) está dispuesto en el lado de la muestra de prueba (20, 20'), caracterizado por que dicho adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') está configurado como un anillo o segmento de anillo, de modo que el lado de la sonda (10, 10') forme la superficie circunferencial externa y el lado de la muestra de prueba (20, 20') forme la superficie circunferencial interna.
2. El adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde el adaptador de sonda ultrasónica comprende plexiglás o está hecho de plexiglás.
- 20 3. El adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde el lado de la muestra de prueba (20, 20') está dispuesto en relación opuesta con el lado de la sonda (10, 10').
4. El adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde el dentado (21) está dispuesto a lo largo de toda la extensión del lado de la muestra de prueba (20, 20').
- 25 5. El adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde los espesores de dientes (Z) de los dientes (22, 22a, 22b) de dicho dentado (21) se extienden paralelos a la extensión longitudinal del lado de la muestra de prueba (20, 20').
6. El adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde el lado de la sonda (10, 10') está configurado de manera que se pueda disponer y/o mover una sonda ultrasónica (320).
- 30 7. Un método de prueba ultrasónica para muestras de prueba dentadas externamente (100, 100', 101), que comprende los siguientes pasos:
- proporcionar un adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') según las reivindicaciones 1-6,
- disponer el adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') en una muestra de prueba,
- transmitir un pulso de sonido a través del adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') en la muestra de prueba,
- recibir un pulso de eco.
- 35 8. El método de prueba ultrasónica según la reivindicación 7, en donde la muestra de prueba es un elemento de una planta de energía eólica, en particular, un cojinete de palas (100, 100') con dientes externos (102, 102') de una planta de energía eólica.
9. El método de prueba ultrasónica según las reivindicaciones 7 u 8, en donde un lubricante, en particular, un aceite, está dispuesto entre el adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') y la muestra de prueba.
- 40 10. El método de prueba ultrasónica según al menos una de las reivindicaciones 7-9, que comprende
- mover una parte dentada de un componente de planta de energía eólica lejos de su región operativa, preferiblemente lejos de una región operativa de un motor de paso, y
- probar la región operativa con los pasos según al menos una de las reivindicaciones anteriores 7-9.
- 45 11. Un sistema de prueba ultrasónica (300) para detectar defectos en muestras de prueba dentadas externamente (100, 100', 101), que comprende

ES 2 795 632 T3

- un dispositivo de prueba ultrasónica (310) con una sonda ultrasónica (320), configurada para transmitir y/o recibir un pulso de sonido, y
- un adaptador de sonda ultrasónica (1, 1') según al menos una de las reivindicaciones 1-6.

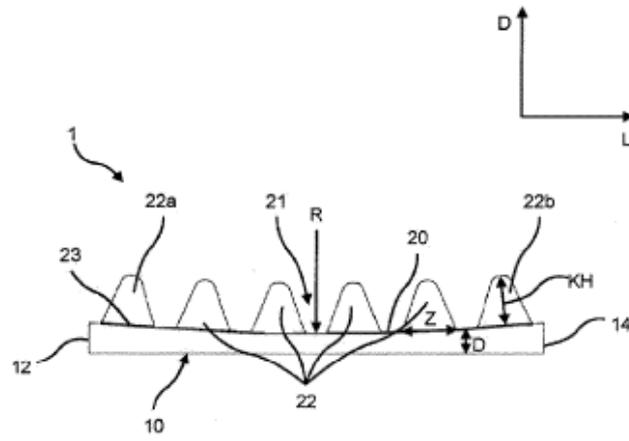


Fig. 1

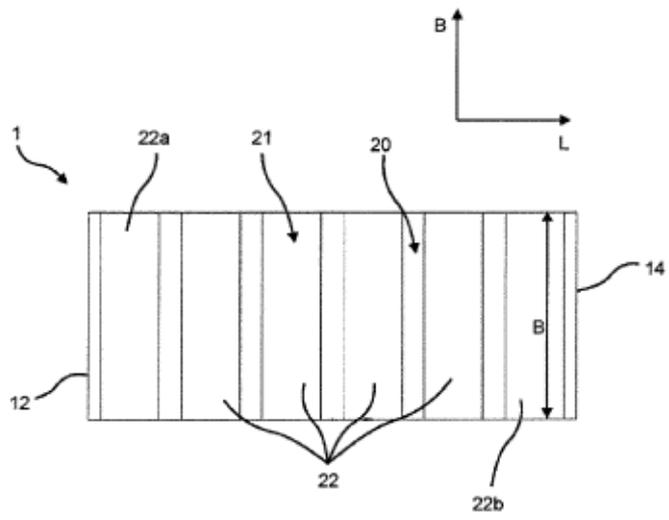


Fig. 2

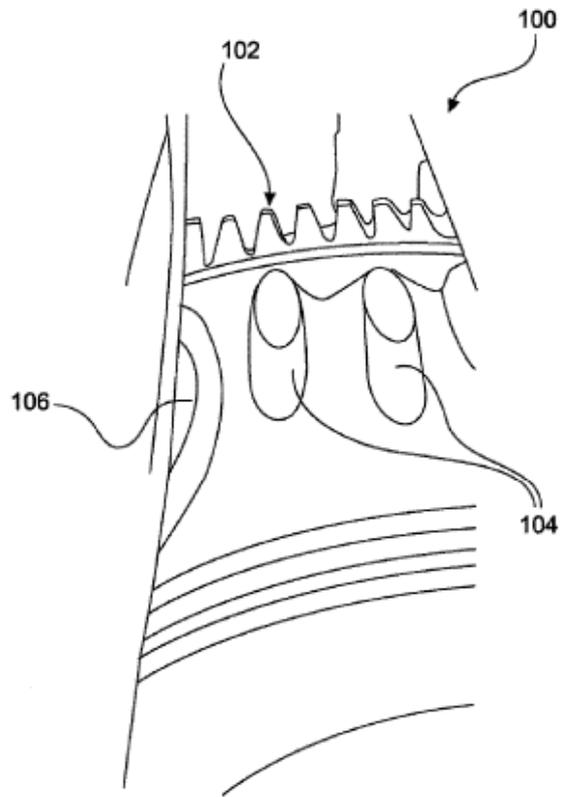


Fig. 3

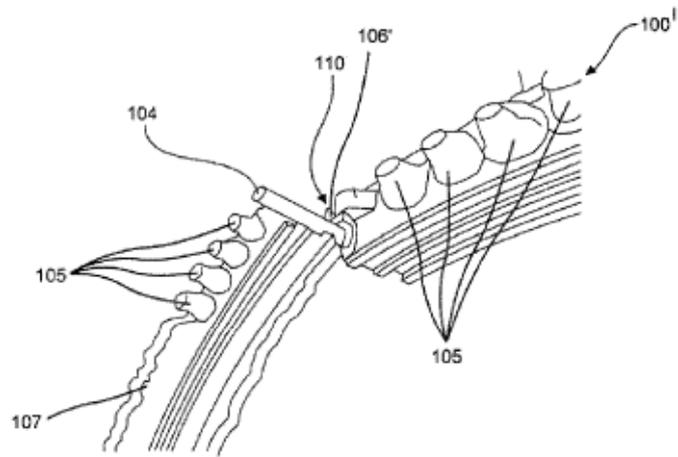


Fig. 4

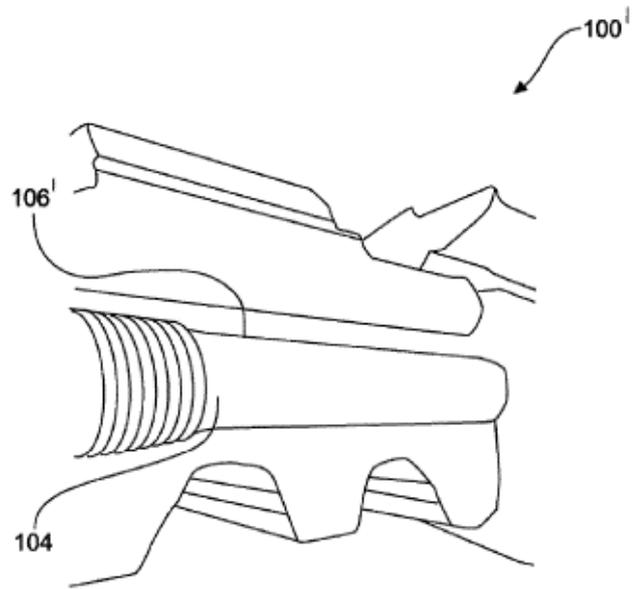


Fig. 5

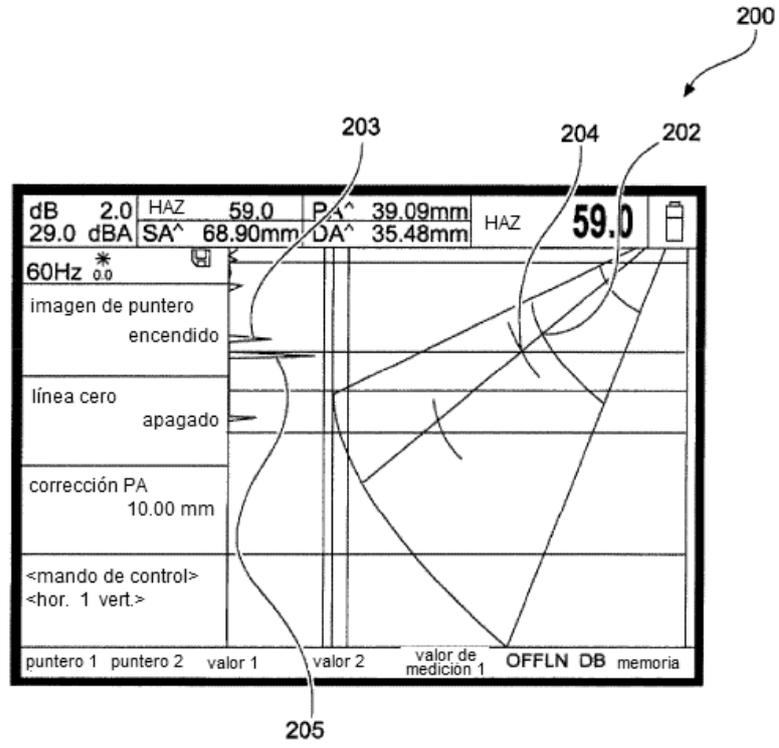


Fig. 6

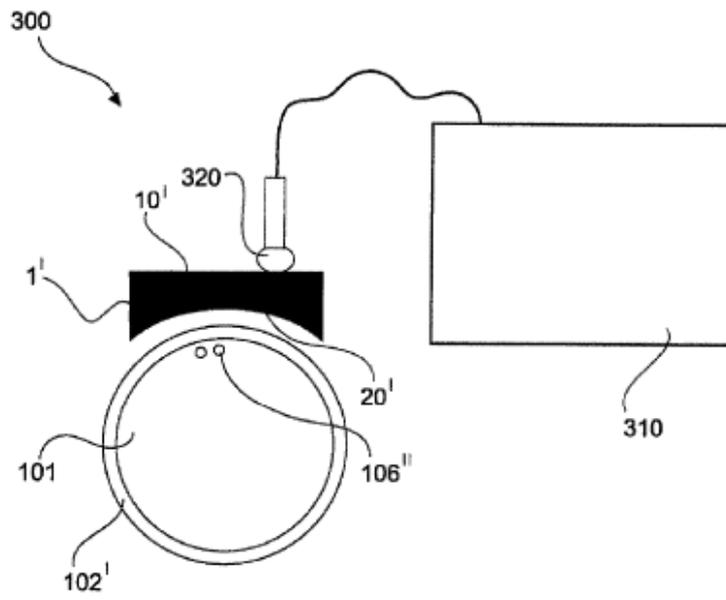


Fig. 7