

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 468**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2015** **E 15164828 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018** **EP 2937560**

54 Título: **Dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores para componentes de generador**

30 Prioridad:

23.04.2014 DE 102014207612

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

18.10.2018

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**FALB, MARTIN y
NIETMANN, LARS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 686 468 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

Dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores para componentes de generador

5 La invención se refiere a un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores para el diagnóstico de daños mecánicos en los componentes de generador de un aerogenerador.

Los componentes de un generador de un aerogenerador están sometidos a fuertes cargas mecánicas que pueden causar daños en los componentes del generador. Si estos componentes del generador no se cambian, se pueden originar daños sucesivos cuya reparación conlleva costes elevados. Por esta razón es necesario detectar cuanto antes los componentes dañados del generador, a fin de reemplazarlos antes de que se produzcan daños sucesivos.
10 Los componentes de generador dañados provocan oscilaciones que se expresan en variaciones del número de revoluciones del generador. Estas oscilaciones se pueden registrar, por ejemplo, en los cojinetes del generador.

Los dispositivos de diagnóstico de aerogeneradores conocidos comprenden sensores de vibración en los cojinetes del generador. Debido a las limitadas posibilidades de posicionamiento de los sensores de vibración en los cojinetes del generador, estos sensores pueden captar fundamentalmente oscilaciones radiales. Las oscilaciones axiales sólo se registran en parte o no se registran. Por lo tanto, los sensores de vibración conocidos sólo ofrecen posibilidades de diagnóstico limitados en relación con los daños mecánicos causados por oscilaciones axiales. Un dispositivo de diagnóstico similar, diseñado para la supervisión de un componente del tren de transmisión y afectado igualmente por este inconveniente, se conoce por el documento DE 10 2008 049 530 A1.
15

La invención tiene por objeto crear un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores perfeccionado que amplíe la posibilidad de pronóstico de daños mecánicos causados por oscilaciones en los componentes de generador.
20

La solución según la invención consiste en un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores y en un procedimiento según las reivindicaciones independientes. Otras formas de realización ventajosamente perfeccionadas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

En un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores para el diagnóstico de daños mecánicos en componentes de aerogenerador de al menos un aerogenerador, que comprende al menos un sensor de velocidad para la determinación de un curso temporal del número de revoluciones de un generador de un aerogenerador, y en el que el sensor de velocidad presenta al menos una salida de señal del número de revoluciones para la indicación del curso temporal determinado del número de revoluciones, se prevé según la invención que el dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores presente un módulo de análisis de frecuencia con al menos una entrada de señal del número de revoluciones conectada a través de una línea de señal del número de revoluciones a la salida de señal del número de revoluciones, y una salida de señal del espectro de frecuencias para la indicación de un espectro de frecuencias, diseñándose el módulo de análisis de frecuencia para la determinación de un espectro de frecuencias a partir del curso temporal determinado del número de revoluciones, y un elemento de comparación provisto de una entrada de señal de espectro de frecuencias conectada a través de una línea de señal de espectro de frecuencias a la salida de señal de espectro de frecuencias, configurándose el elemento de comparación para la comparación de un espectro de frecuencias con un espectro de frecuencias normales y para el diagnóstico de daños mecánicos en componentes de generador en base a la comparación.
25
30
35

En primer lugar se van a explicar con mayor detalle algunos de los términos:

Por una línea de señales se entienden una línea de señales física así como una línea de señales por radio. La línea de señales física puede ser, por ejemplo, un cable de cobre, un cable de fibra de vidrio o un riel metálico. La línea de señales por radio puede consistir, por ejemplo, en una comunicación por radio protegida.
40

Por curso temporal del número de revoluciones se entiende una pluralidad de valores de vueltas determinada de forma continua. El intervalo de tiempo entre los distintos valores a determinar se puede elegir discrecionalmente. Los intervalos pequeños permiten una resolución temporal mayor y, por lo tanto, un análisis de frecuencia más exacto.

Por un módulo de análisis de frecuencia se entiende un módulo que determina las frecuencias básicas a partir de una señal de velocidad o de una señal de oscilación. El módulo de análisis de frecuencia puede ser, por ejemplo, un módulo de transformación rápida de Fourier, que realiza una transformación de Fourier de la oscilación por medio de algoritmos rápidos.
45

La invención se basa en el enlace de dos conocimientos, en concreto, en el conocimiento de que los componentes de generador dañados generan oscilaciones axiales del número de revoluciones del generador, por una parte, y de que estas oscilaciones axiales dan lugar a variaciones del número de revoluciones del generador, por otra parte. El número de revoluciones lo determinan de forma continua unos sensores de velocidad previstos según estándar en los aerogeneradores, por ejemplo sensores de incremento de los convertidores. Las frecuencias sometidas a las variaciones del número de revoluciones se pueden determinar por medio de un análisis de frecuencia del número de revoluciones determinado durante un curso temporal determinado. Con esta finalidad un curso temporal del número de revoluciones es transmitido por el sensor de velocidad al módulo de análisis de frecuencia. El módulo de análisis de frecuencia determina, a partir del curso temporal del número de revoluciones transmitido, las variaciones de las frecuencias sometidas con sus amplitudes. El espectro de frecuencias resultante del análisis comprende una amplia
50
55

banda de múltiplos del número de revoluciones de amplitud diferente. El espectro de frecuencias resultante se transmite al elemento de comparación. El elemento de comparación dispone de un espectro de frecuencias normales correspondiente a un espectro en el que no se producen oscilaciones a causa de componentes de generador dañados. Por medio de la comparación el elemento de comparación determina las frecuencias y las amplitudes de las oscilaciones que difieran del espectro de frecuencias normales. El elemento de comparación se diseña para establecer, a la vista de estas frecuencias y amplitudes, un diagnóstico en relación con los componentes de generador mecánicamente dañados. A pesar de que con los espectros de frecuencia creados a partir del número de revoluciones sólo se registra un movimiento rotatorio, el espectro de frecuencias de banda ancha contiene sorprendentemente también oscilaciones axiales. Éstas se pueden registrar y clasificar por comparación con el espectro de frecuencias normales.

De este modo la invención permite un diagnóstico precoz de daños mecánicos de los componentes de generador.

Además, las oscilaciones que se producen son independientes del número de revoluciones del generador. Las oscilaciones se producen tanto con un número de revoluciones bajo como con un número de revoluciones alto. Así el análisis de frecuencia se puede realizar en cualquier momento y su resultado no varía frente a los cambios del número de revoluciones. Esto significa que el resultado del análisis de frecuencia también se puede llevar a cabo en caso de condiciones de viento muy variables que provocan importantes variaciones en el número de revoluciones.

El módulo de análisis de frecuencia se diseña preferiblemente como módulo de transformación rápida de Fourier (módulo FFT), es decir, el módulo de análisis de frecuencia realiza el análisis de frecuencia por medio de una transformación rápida de Fourier. Mediante el empleo del FFT en el establecimiento de los espectros de frecuencia la transformación de Fourier se puede llevar a cabo de forma muy rápida. De este modo el estado mecánico de los componentes de generador se puede controlar constantemente, lo que permite una detección precoz de comportamientos de oscilación llamativos. Esto permite también una sustitución precoz y planificable de los componentes de generador dañados, antes de que se produzcan daños graves en la máquina. Así se evitan paradas prolongados del generador, con lo que se reducen los costes por inactividad.

El dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores presenta convenientemente un selector con al menos una salida de señales de control configurado para la selección de un sensor de velocidad de entre los sensores de velocidad de varios aerogeneradores y para la activación del sensor de velocidad para la reproducción de los datos, diseñándose el sensor de velocidad para la transmisión del curso temporal determinado del número de revoluciones a través de la salida de señales del número de revoluciones al dispositivo de activación por parte del selector. Por medio del selector se puede establecer un diagnóstico específico de un aerogenerador determinado de entre una pluralidad de aerogeneradores. De este modo se puede realizar con un único módulo de análisis de frecuencia y con un elemento de comparación el diagnóstico de un parque eólico completo.

El elemento de comparación comprende ventajosamente un módulo de diferencias para la determinación de la diferencia entre el espectro de frecuencias y el espectro de frecuencias normales. Por medio del módulo de diferencias se pueden determinar eficazmente las diferencias entre el espectro de frecuencias y el espectro de frecuencias normales. De esta forma se acelera todavía más la detección de daños en los componentes de generador.

El elemento de comparación comprende ventajosamente una salida de señales de error, diseñándose el elemento de comparación para la transmisión de una señal de error por medio de la salida de señales de error cuando la diferencia entre el espectro de frecuencias y el espectro de frecuencias normales preestablecido rebasa un valor límite predeterminado, comprendiendo la señal de error una indicación de los componentes de generador a revisar. Esto permite al elemento de comparación transmitir los datos de los componentes de generador dañados a revisar a un sistema electrónico de procesamiento de datos.

Se puede prever convenientemente un módulo de errores con una entrada de señales de error, conectándose la entrada de señales de error a la salida de señales de error a través de una línea de señales de error y configurándose el módulo de errores para la notificación de los componentes de generador a revisar por medio de la señal de diagnóstico. El módulo de errores puede estar provisto de una pantalla en la que se marcan o indican los componentes de generador a revisar.

El componente de generador consiste convenientemente en un anillo conector de un generador. Los daños causados en los anillos colectores de los generadores provocan graves daños sucesivos, por lo que una sustitución a tiempo de los anillos colectores dañados supone un importante ahorro de costes.

Además resulta conveniente que el elemento de comparación comprende un módulo de desequilibrio diseñado para la detección de desequilibrios en los componentes de generador. Gracias a la detección precoz de los desequilibrios los componentes de generador se pueden revisar específicamente, con lo que se evitan daños sucesivos que también pueden comprender daños en los anillos colectores.

El elemento de comparación presente convenientemente un módulo de oscilaciones armónicas diseñado para la comparación a base de los múltiplos del número de revoluciones en el espectro de frecuencias, y que comprende preferiblemente una entrada para la clasificación de las oscilaciones armónicas a controlar. Se ha podido comprobar que la mayoría de los daños causan oscilaciones que suponen un múltiplo del número de revoluciones. Así la comparación se puede llevar a cabo de forma todavía más rápida.

Se prevé ventajosamente un sensor de oscilaciones para la medición de oscilaciones en los cojinetes de generador, con una salida de señales de oscilación, comprendiendo el elemento de comparación una entrada de señales de oscilación conectada a la salida de señales de oscilación a través de una línea de señales de oscilación, diseñándose el elemento de comparación teniendo en cuenta la señal de oscilación en el diagnóstico. De este modo, el elemento de comparación y el sensor de oscilación interactúan de manera que las oscilaciones sobre todo radiales en los cojinetes de generador se pueden relacionar en el diagnóstico acerca de los componentes de generador dañados con las oscilaciones determinadas a partir del espectro de frecuencias. De este modo se incrementa la precisión del diagnóstico.

La invención se refiere además a un generador para un aerogenerador que presenta un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores para el diagnóstico de daños mecánicos en componentes de generador de un aerogenerador, previéndose en el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador, que comprende un sensor de velocidad para la determinación de un curso temporal del número de revoluciones de un generador de un aerogenerador y que está dotado de al menos una salida de señal de velocidad para la transmisión del curso temporal determinado del número de revoluciones, según la invención, que el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador presente un módulo de análisis de frecuencia con al menos una entrada de señales de velocidad conectada a través de una línea de señales de velocidad a la salida de señales de velocidad, y una salida de señales de espectro de frecuencias para la transmisión de un espectro de frecuencias, diseñándose el módulo de análisis de frecuencia para la determinación de un espectro de frecuencias a partir del curso temporal del número de revoluciones determinado, y un elemento de comparación provisto de una entrada de señales de espectro de frecuencias conectada a la salida de señales de espectro de frecuencias a través de una línea de señales de espectro de frecuencias para la comparación de un espectro de frecuencias con un espectro de frecuencias normales predeterminado, y para el diagnóstico de daños mecánicos en componentes de generador en base a la comparación.

El dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores integra en el generador. De este modo, el elemento de comparación del dispositivo de diagnóstico de aerogenerador se puede ajustar en fábrica al generador, lo que permite establecer el diagnóstico con gran precisión.

La invención comprende además un aerogenerador dotado de un generador y de un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores para el diagnóstico de daños mecánicos en los componentes de generador de un aerogenerador, previéndose en el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador, que comprende un sensor de velocidad para la determinación de un curso temporal del número de revoluciones de un generador de un aerogenerador y que está dotado de al menos una salida de señal de velocidad para la transmisión del curso temporal determinado del número de revoluciones, según la invención, que el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador presente un módulo de análisis de frecuencia con al menos una entrada de señales de velocidad conectada a través de una línea de señales de velocidad a la salida de señales de velocidad, y una salida de señales de espectro de frecuencias para la transmisión de un espectro de frecuencias, diseñándose el módulo de análisis de frecuencia para la determinación de un espectro de frecuencias a partir del curso temporal del número de revoluciones determinado, y un elemento de comparación provisto de una entrada de señales de espectro de frecuencias conectada a la salida de señales de espectro de frecuencias a través de una línea de señales de espectro de frecuencias para la comparación de un espectro de frecuencias con un espectro de frecuencias normales predeterminado, y para el diagnóstico de daños mecánicos en componentes de generador en base a la comparación.

En esta alternativa de la invención el dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores se dispone en el aerogenerador separado del generador. Esto permite instalar el dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores en un aerogenerador ya existente.

En relación con las variantes perfeccionadas del dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores del generador según la invención y del aerogenerador según la invención se hace referencia a las explicaciones que anteceden.

La invención se refiere además a un procedimiento para el diagnóstico de daños mecánicos en componentes de generador de un aerogenerador que comprende los pasos de: determinación de una serie temporal del número de revoluciones del generador, previéndose según la invención los siguientes pasos: determinación de un espectro de frecuencias del número de revoluciones; comparación del espectro de frecuencias con un espectro de frecuencias normales predeterminado y determinación de daños mecánicos en componentes de generador en base a la comparación.

El procedimiento se puede realizar ventajosamente con un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores antes descrito.

La invención se explica más detalladamente a la vista de un ejemplo de realización representado en los dibujos. Éstos muestran en la:

Figura 1 una representación esquemática de un aerogenerador con un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores;

Figura 2 una representación esquemática de un parque eólico con un selector y con un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores;

Figura 3 una representación esquemática de un generador con un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores;

Figura 4 una representación esquemática de un dispositivo de diagnóstico de aerogeneradores;

Figuras 5a, b un espectro de frecuencias de un componente de generador dañado (a) y un componente de generador sustituido (b) de un primer aerogenerador y

5 Figuras 6a, b un espectro de frecuencias de un componente de generador dañado (a) y un componente de generador sustituido (b) de un segundo aerogenerador.

Según la figura 1 se representa un aerogenerador identificado en conjunto con la referencia 2, con una torre 21, una góndola 25 dispuesta en la torre, un rotor 23 apoyado de forma rotatoria por una de las caras frontales de la góndola 25, acoplado a través de un árbol 24, que puede comprender un engranaje (no representado), a un generador 22. El generador 22 se puede diseñar como generador sincrónico o asincrónico.

10 El generador 22 comprende componentes de generador 221 que, debido a la rotación del árbol 24, están expuestos a cargas mecánicas. En este ejemplo de realización el componente de generador 221 es un anillo colector. En el aerogenerador 2 se prevé además un dispositivo de diagnóstico de aerogenerador identificado en conjunto con la referencia 1. El dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 comprende un sensor de velocidad 11 que controla la rotación del árbol 24 del generador 21.

15 El sensor de velocidad 11 se diseña para establecer a través del número de revoluciones una serie temporal y para almacenarla. Para el almacenamiento el sensor de velocidad 11 comprende un componente de almacenamiento 113. El sensor de velocidad presenta además una salida de señal de velocidad 111. El dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 comprende también un módulo de análisis de frecuencia 12 provisto de al menos una entrada de señal de velocidad 121. La salida de señal de velocidad 111 y la entrada de señal de velocidad 121 se conectan
20 entre sí a través de una línea de señal de velocidad 13. La serie temporal determinada por el sensor de velocidad 11 a través del número de revoluciones se puede leer en el componente de almacenamiento 113 y transmitir a través de la salida de señal de velocidad 111, por la línea de señal de velocidad 13 y la entrada de señal de velocidad 121, al módulo de análisis de frecuencia 12. El módulo de análisis de frecuencia 12 calcula a partir de la serie temporal, a través del número de revoluciones y de manera en sí conocida, un espectro de frecuencias por medio de una transformación rápida de Fourier.

25 El dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 presenta además un elemento de comparación 14. El espectro de frecuencias calculado es transmitido por el módulo de análisis de frecuencia 12 al elemento de comparación 14. Para ello el módulo de análisis de frecuencia 12 presenta una salida de señal de espectro de frecuencias 122. La salida de señal de espectro de frecuencias 122 se conecta a través de una línea de señal de espectro de frecuencias 19 a una entrada de señal de espectro de frecuencias 142 del elemento de comparación 14.

30 El elemento de comparación 14 presenta un espectro de frecuencias normales correspondiente al espectro de frecuencias de un generador no dañado 22. El espectro de frecuencias calculado transmitido por el módulo de análisis de frecuencias 12 es comparado por el elemento de comparación 14 con el espectro de frecuencias normales. La figura 5a muestra un espectro de frecuencias de un generador 22 que presenta componentes de generador dañados 221. El número de revoluciones del generador 22 era de 1048 revoluciones/min (rpm). La frecuencia del número de revoluciones se marca totalmente a la izquierda en el espectro de frecuencias de la figura 5a con $1048 \text{ rpm} / 60 = 17,47 \text{ rps}$ (revoluciones/s) = 17,47 Hz, como línea vertical discontinua. Las otras líneas verticales discontinuas del espectro de frecuencias a la derecha de la frecuencia del número de revoluciones son el múltiplo de la frecuencia del número de revoluciones.

35 El espectro de frecuencias muestra, además de hacerlo en la propia frecuencia del número de revoluciones, en el los casos de 2 a 5, 7 y 8 veces la frecuencia del número de revoluciones, amplitudes evidentes. Estas amplitudes indican daños en un componente de generador 221, especialmente en el anillo colector. Una revisión del anillo colector dio lugar a la sustitución del anillo colector.

40 Después de cambiar el anillo colector se realizó otro diagnóstico, resultando un espectro de frecuencias según la figura 5b. El diagnóstico se realizó con un número de revoluciones del rotor de 748 revoluciones/min. Al igual que en la figura 5a, la frecuencia del número de revoluciones así como los múltiplos de la frecuencia del número de revoluciones se trazan como líneas verticales discontinuas en el espectro de frecuencias. Se pueden reconocer evidentes diferencias en las amplitudes entre el espectro de frecuencias según la figura 5a y el espectro de frecuencias según la figura 5b. Las oscilaciones, que provocan grandes amplitudes en los múltiplos del número de revoluciones del generador, ya no existen. Sólo queda una pequeña amplitud en los múltiplos 3 a 5 de la frecuencia del número de revoluciones. Estas amplitudes indican desequilibrios en otros componentes de generador 221. En las figuras 6a y 6b se representa otro ejemplo de un espectro de frecuencias determinado antes (figura 6a) y después (figura 6b) del cambio del anillo colector. También aquí se observan diferencias claras entre el espectro de frecuencias antes del cambio y el espectro de frecuencias después del cambio. Las amplitudes restantes de la figura
45 50 55 6b indican a su vez desequilibrios en otro componentes de generador 221.

Para facilitar y acelerar la comparación, el elemento de comparación 14 presenta un módulo de diferencias 141 que determina la diferencia entre el espectro de frecuencias calculado y el espectro de frecuencias normales. El elemento de comparación 14 puede detectar rápidamente los componentes de generador dañados 221 por medio de la diferencia entre el espectro de frecuencias calculado y el espectro de frecuencias normales.

Para la detección de desequilibrios, el elemento de comparación 14 presenta un módulo de desequilibrio 147. El módulo de desequilibrio 147 se diseña para determinar a partir de espectro de frecuencias los desequilibrios en los componentes de generador 221.

5 El elemento de comparación 14 presenta además un módulo de oscilaciones armónicas 145 que realiza la comparación en base al múltiplo del número de revoluciones del generador. El módulo de oscilaciones armónicas 145 presenta a estos efectos una entrada 146 para la clasificación de las oscilaciones armónicas a controlar. Por medio de la entrada 146 el módulo de oscilaciones armónicas 145 se puede ajustar para la evaluación de determinadas oscilaciones armónicas en el espectro de frecuencias. Esto permite un análisis más exacto.

10 El dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 comprende además un módulo de errores 17 que notifica el daño causado en los componentes de generador 221. Para ello el módulo de errores presenta una entrada de señal de error 171 conectada a través de una línea de señal de error 18 a una salida de señal de error 143 del elemento de comparación 14. El elemento de comparación 14 transmite al módulo de errores 17, a través de una línea de señal de error 18, una lista de componentes de generador 221 que, según el diagnóstico realizado, presentan daños. El módulo de errores 17 marca los componentes de generador 221 indicados por el elemento de comparación 14 como componentes dañados. Con esta finalidad el módulo de errores 17 presenta un monitor 172 que emite una lista de componentes de generador dañados 221. Alternativamente el monitor 172 puede reproducir una imagen gráfica de los componentes de generador 221 y marcar los componentes de generador 221 de forma gráfica.

15 El dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 presenta también un sensor de oscilaciones 3 que absorbe oscilaciones en el cojinete del generador. El sensor de oscilaciones 3 se posiciona radialmente respecto al eje del generador 22. Por lo tanto, el sensor de oscilaciones 3 absorbe principalmente oscilaciones radiales del generador 22. El sensor de oscilaciones 3 comprende una salida de señal de oscilación 32 conectada a través de una línea de señal de oscilación 31 a una entrada de señal de oscilación 144 del elemento de comparación 14. El sensor de oscilaciones 3 transmite al elemento de comparación 14, a través de la línea de señal de oscilación 31, la frecuencia y la amplitud de las oscilaciones radiales. El elemento de comparación 14 emplea los datos sobre la frecuencia y la amplitud de las oscilaciones radiales transmitidos por el sensor de oscilaciones 3, para aumentar la precisión del diagnóstico referente a los componentes de generador dañados 221. Al producirse oscilaciones radiales en los cojinetes de generador y en caso de indicaciones llamativas simultáneas en el espectro de frecuencias del número de revoluciones, por ejemplo, se puede diagnosticar con seguridad un defecto del anillo colector.

20 El dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 presenta además un selector 15 que comprende al menos una salida de señal de control 151. La salida de señal de control 151 se conecta a través de una línea de señal de control 16 a una entrada de señal de control 112 del sensor de velocidad 11. El sensor de velocidad 11 se diseña de manera que transmita la serie temporal determinada, a través del número de revoluciones, al elemento de comparación 14, cuando el selector 15 transmite una señal de control. El selector 15 puede estar conectado a una pluralidad de sensores de velocidad 11 de distintos aerogeneradores 2 agrupados en un parque eólico 100. Cada sensor de velocidad 11 presenta una entrada de señal de control 112 conectada a una de las salidas de señal de control 151 del selector 15 a través de una línea de señal de control separada 16. El selector 15 puede activar así por separado los sensores de velocidad 11 de diferentes aerogeneradores 2. De este modo es posible someter a diferentes aerogeneradores 2 a un diagnóstico en momentos diferentes. El módulo de análisis de frecuencia 12 presenta, en una forma de realización alternativa a la anteriormente descrita, varias entradas de señal de velocidad 121. Las entradas de señal de velocidad 121 están conectadas a las salidas de señal de velocidad 111 de los sensores de velocidad 11 antes mencionados de los diferentes aerogeneradores 2 de un parque eólico 100. El módulo de análisis de frecuencia 12 recibe así respectivamente una serie temporal sobre el número de revoluciones de un aerogenerador 2 determinado, cuyo sensor de velocidad 11 ha sido activado por el selector 15. De este modo se necesita para varios aerogeneradores 2 únicamente un dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 con varios sensores de velocidad 11. Sólo se necesitan un único módulo de análisis de frecuencia 12, un único elemento de comparación 14, así como un único módulo de errores 17 para revisar todo el parque eólico 100.

Las líneas de señales 13, 16, 18, 31 se pueden configurar además como conexiones por radio. Así se evitan trabajos de montaje complicados para las líneas de señales.

25 En otra forma de realización alternativa según la figura 3, el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 se puede integrar por completo en un generador 22. El sensor de velocidad 11, el módulo de análisis de frecuencia 12, el elemento de comparación 14 así como el módulo de errores 17 se integran en el generador 23. También se puede prever un elemento de control 15. De este modo el generador 22 de un aerogenerador 2 puede comprender un dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 completo, empleándose el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 para todo el parque eólico 100 en el que se ha posicionado el aerogenerador 2. Por medio del generador según la invención 22 el parque eólico 100 se puede equipar fácilmente con un dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1.

El procedimiento según la invención para el diagnóstico de daños mecánicos en componentes de generador de un aerogenerador se lleva a cabo en los siguientes pasos:

30 En primer lugar se determina el número de revoluciones del generador 22 procediendo, por ejemplo, a la lectura de un sensor incremental de un convertidor de un aerogenerador 2. De este modo se determina una serie temporal del número de revoluciones. A partir de la serie temporal se determina, en otro paso, el espectro de frecuencias del

- número de revoluciones. Con esta finalidad se puede utilizar una transformación rápida de Fourier. Alternativamente se puede recurrir a la transformación de Fourier tradicional. El espectro de frecuencias determinado del número de revoluciones se analiza y se compara con un espectro de frecuencias normales preestablecido. El espectro de frecuencias preestablecido es un espectro de frecuencias de un aerogenerador 2 que no presenta componentes de generador 221 dañados. En un último paso se señalan, en base a la comparación, los componentes de generador 221 dañados. En la comparación se determinan las diferencias entre el espectro de frecuencias calculado y el espectro de frecuencias normales, sacando conclusiones acerca de las posibles causas de las oscilaciones adicionales. De esta manera, los daños causados en los componentes de generador 221 se pueden diagnosticar de forma segura.
- 5
- 10 El procedimiento se puede realizar en una primera forma de realización preferida por medio del dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 antes descrito. Sin embargo, alternativamente el procedimiento también se puede realizar sin el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1. En este caso del número de revoluciones se lee manualmente, realizándose después de una transformación de Fourier un análisis manual de los espectros de frecuencias

15

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador para el diagnóstico de daños mecánicos en componentes de generador (221), que comprende al menos un aerogenerador (2), al menos un sensor de velocidad (11) para la determinación de un curso temporal del número de revoluciones de un generador (22) de un aerogenerador (2), presentando el sensor de velocidad (11) al menos una salida de señal de velocidad (111) para la transmisión del curso temporal del número de revoluciones, caracterizado por que el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador 1 presenta un módulo de análisis de frecuencia (12) con al menos una entrada de señal de velocidad (121), conectada a la salida de señal de velocidad (111) a través de una línea de señal de velocidad (13), y una salida de señal de espectro de frecuencias (122) para la emisión de un espectro de frecuencias, diseñándose el módulo de análisis de frecuencia (12) para la determinación de un espectro de frecuencias a partir del curso temporal determinado, y un elemento de comparación (14), que comprende una entrada de señal de espectro de frecuencias (142) conectada a la salida de señal de espectro de frecuencias (122) a través de una línea de señal de espectro de frecuencias (19), diseñándose el elemento de comparación (14) para la comparación de un espectro de frecuencias con un espectro de frecuencias normales preestablecido y para el diagnóstico de daños mecánicos en los componentes de generador (221) en base a la comparación.
2. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador según la reivindicación 1, caracterizado por que el módulo de análisis de frecuencia (12) se ha diseñado para la realización de un análisis de de frecuencia por medio de una transformación rápida de Fourier.
3. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador (1) presenta un selector (15) con al menos una salida de señal de control (151) diseñado para la selección de un sensor de velocidad (11) de entre los sensores de velocidad (11) de varios aerogeneradores (2) y para la activación del sensor de velocidad (11) para la emisión de los datos, diseñándose el sensor de velocidad (11) para la emisión de un curso temporal determinado del número de revoluciones a través de la salida de señal de velocidad (111) al sistema de activación por medio del selector (15).
4. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el elemento de comparación (14) presenta un módulo de diferencias (141) diseñado para la determinación de la diferencia entre el espectro de frecuencias y el espectro de frecuencias normales.
5. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el elemento de comparación (14) presenta una salida de señal de error (143), diseñándose el elemento de comparación (14) para la emisión de una señal de error por medio de la salida de señal de error (143), cuando la diferencia entre el espectro de frecuencias y el espectro de frecuencias normales supera un valor límite predeterminado, comprendiendo la señal de error una referencia a los componentes de generador (221) a revisar.
6. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador según la reivindicación 5, caracterizado por que el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador (1) presenta un módulo de errores (17) con una entrada de señal de error (171) , conectándose la entrada de señal de error (171) a la salida de señal de error (143) a través de una línea de señal de error (18) y diseñándose el módulo de errores (17) para la notificación de los componentes de generador (221) a revisar por medio de la señal de error.
7. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el componente de generador (221) es un anillo colector de un generador (22).
8. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador según las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el elemento de comparación (14) comprende un módulo de desequilibrio (147) diseñado para la detección de desequilibrios en los componentes de generador (221).
9. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador según las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el componente de comparación (14) presenta un módulo de oscilaciones armónicas (145) diseñado para la realización de una comparación a base de los múltiplos del número de revoluciones en el espectro de frecuencias y por que comprende preferiblemente una entrada (146) para la clasificación de las oscilaciones armónicas a controlar.
10. Dispositivo de diagnóstico de aerogenerador según las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador (1) presenta un sensor de oscilación (3) para la medición de las oscilaciones en los cojinetes de generador, presentando el sensor de oscilación (3) una salida de señal de oscilación (32), y comprendiendo el elemento de comparación (14) una entrada de señal de oscilación (144) conectada a la salida de señal de oscilación (32) a través de una línea de señal de oscilación (31), diseñándose el elemento de comparación (14) para la clasificación de la señal de oscilación, para la evaluación de la correlación del número de revoluciones en relación con la señal de oscilación clasificada y para la consideración de la evaluación de la correlación en el diagnóstico.

11. Generador para un aerogenerador (2), caracterizado por que el generador presenta un dispositivo de diagnóstico de aerogenerador (1) según la reivindicación 1.
- 5 12. Generador según la reivindicación 11, caracterizado por que el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador (1) se ha perfeccionado según una de las reivindicaciones 2 a 10.
13. Aerogenerador que comprende un generador (22), caracterizado por que el aerogenerador presenta un dispositivo de diagnóstico de aerogenerador (1) según la reivindicación 1.
- 10 14. Aerogenerador según la reivindicación 13, caracterizado por que el dispositivo de diagnóstico de aerogenerador (1) se ha perfeccionado según una de las reivindicaciones 2 a 10.
15. Procedimiento para el diagnóstico de daños mecánicos en componentes de generador (221) de un aerogenerador (2), que comprende los siguientes pasos:
- 15 a. determinación de una serie temporal del número de revoluciones de un generador (22);
caracterizado por
- 20 b. determinación de un espectro de frecuencias del número de revoluciones;
c. comparación del espectro de frecuencias con un espectro de frecuencias normales preestablecido;
d. determinación de daños mecánicos en componentes de generador (221) a base de la comparación.
16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado por que el procedimiento se lleva a cabo con un dispositivo de diagnóstico de aerogenerador (1) según una de las reivindicaciones 1 a 10.

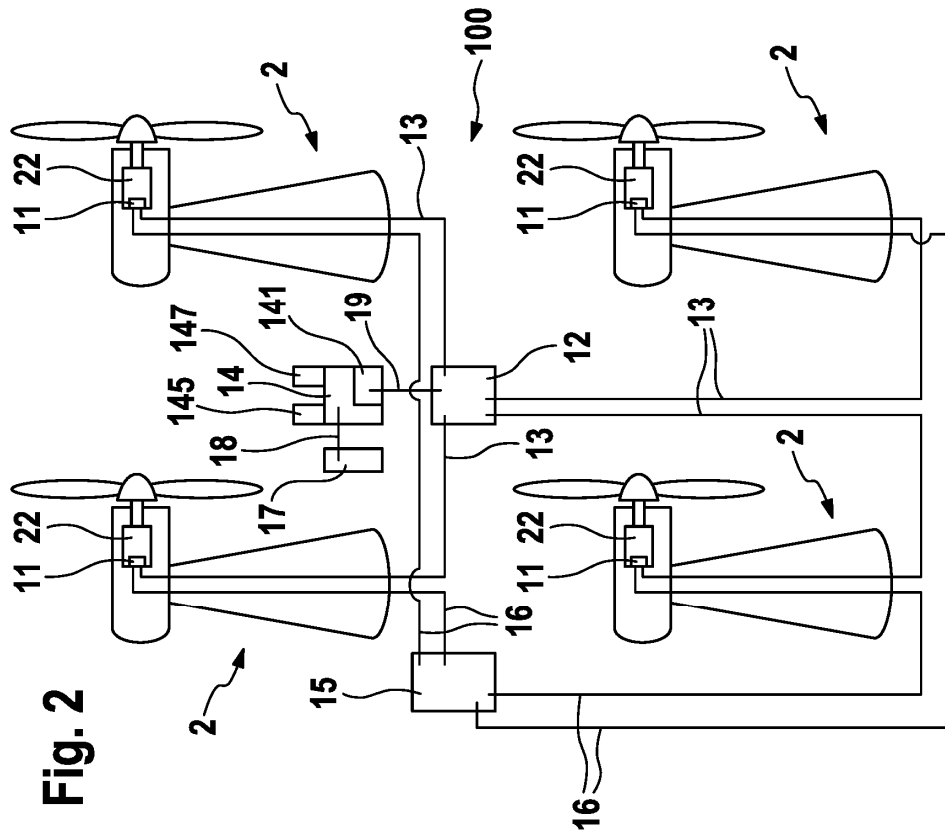


Fig. 2

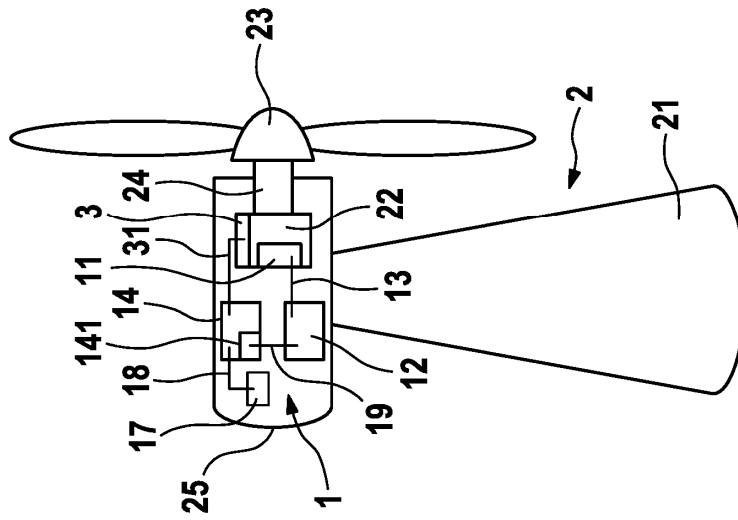


Fig. 1

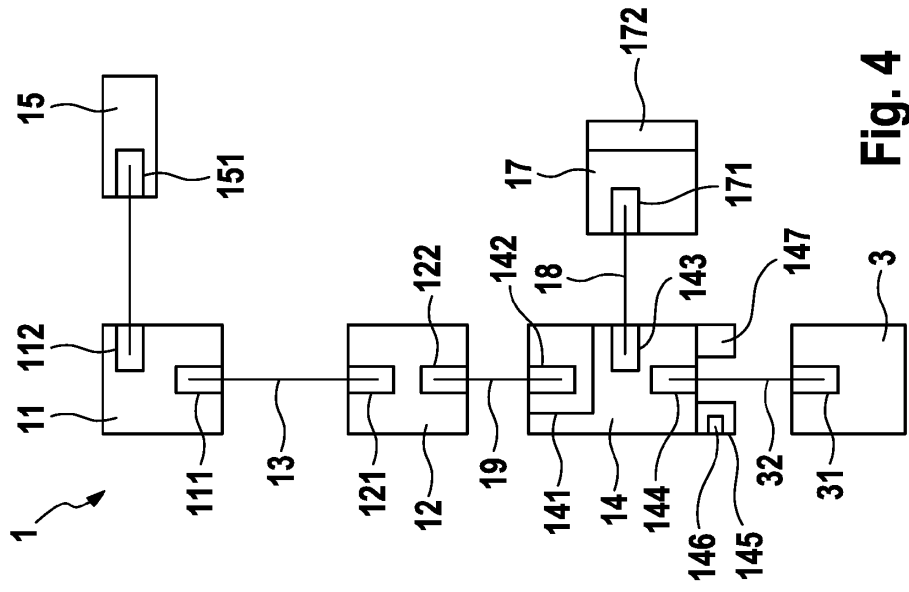


Fig. 4

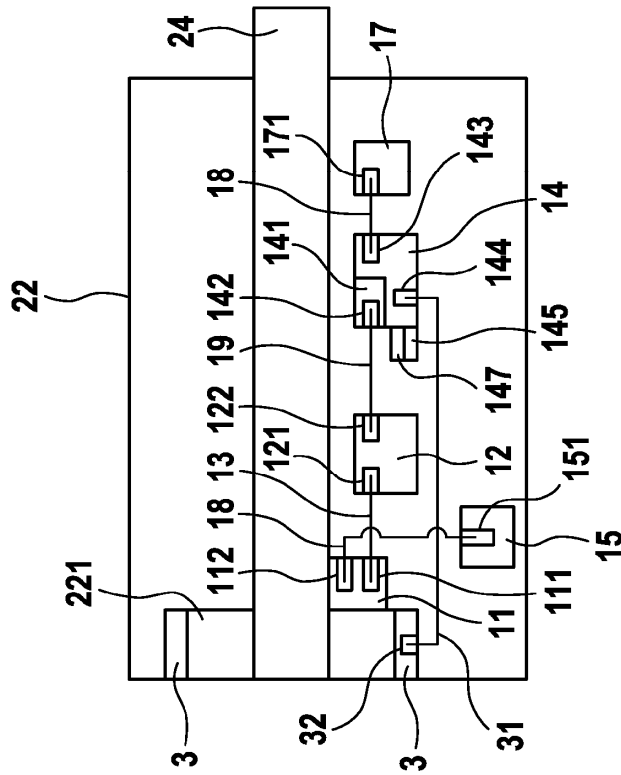


Fig. 3

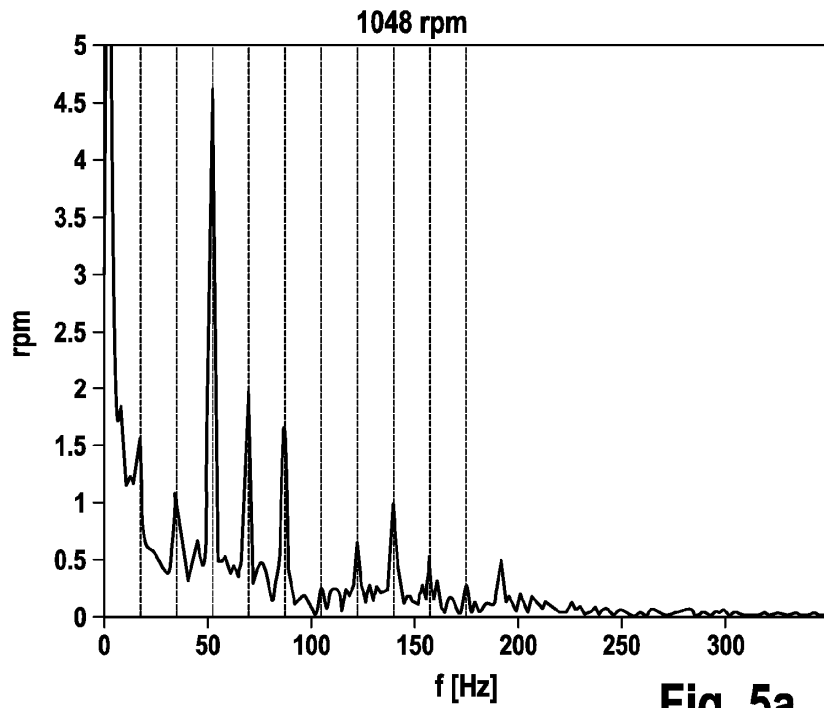


Fig. 5a

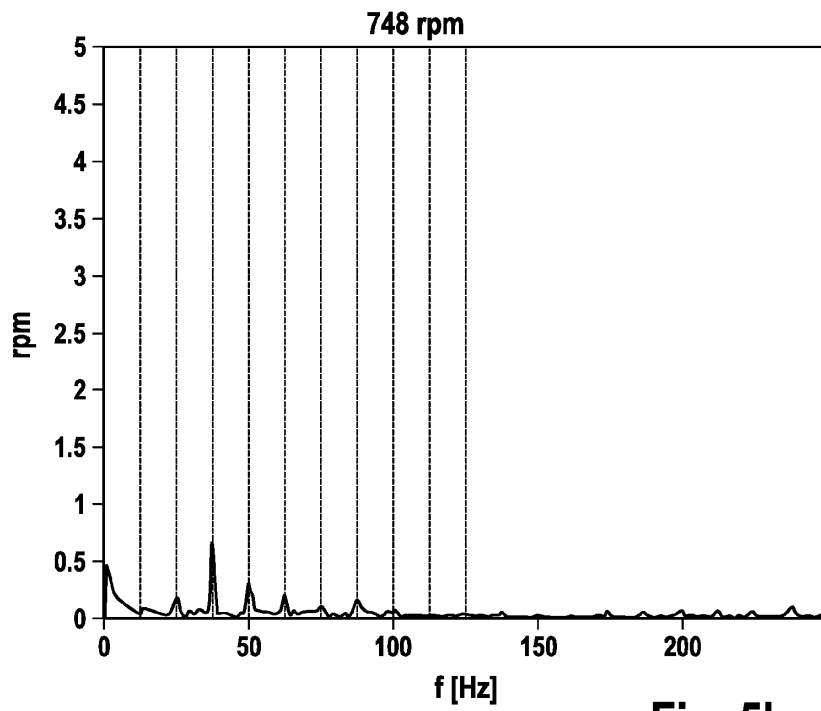


Fig. 5b

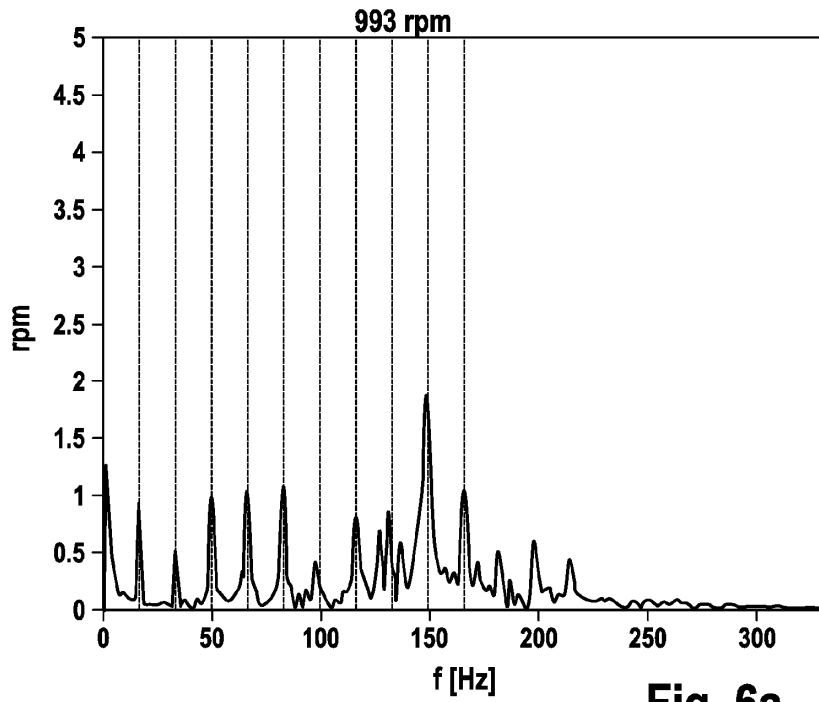


Fig. 6a

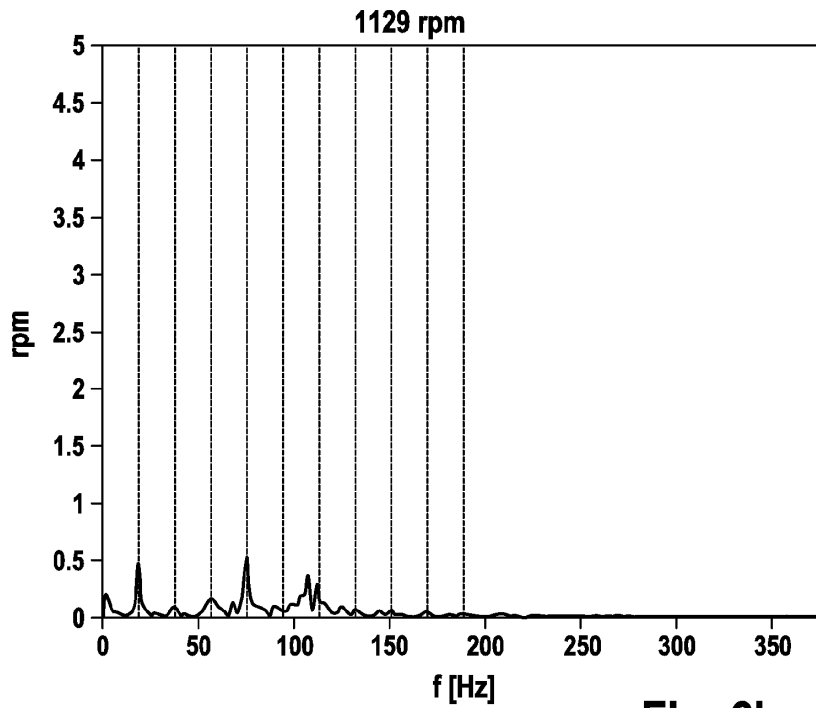


Fig. 6b