

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 508**

51 Int. Cl.:

G01N 29/22 (2006.01)
F16H 57/01 (2012.01)
G01N 29/07 (2006.01)
G01N 29/11 (2006.01)
G01N 29/24 (2006.01)
G01N 29/26 (2006.01)
G01N 29/06 (2006.01)
G01N 29/265 (2006.01)
F03D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2012 E 12170275 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2533041**

54 Título: **Herramienta de alineación para su uso en un sistema de inspección de una turbina eólica**

30 Prioridad:

07.06.2011 US 201113154811

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

11.02.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SILLIMAN, GEORGE ROWAN;
GAUTHIER, JAMES LEO;
FILIATRAULT, ANDRE JONATHAN y
BEVER, RICHARD JOHN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 699 508 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

Herramienta de alineación para su uso en un sistema de inspección de una turbina eólica

La materia objeto descrita en la presente memoria, se refiere, en general, a turbinas eólicas y, más concretamente, a una herramienta de alineación para su uso con una herramienta de inspección de una turbina eólica.

5 Al menos algunas torres de turbinas eólicas conocidas incluyen una góndola fijada encima de una torre. La góndola incluye un conjunto del rotor acoplado a un generador por medio de un eje. En los conjuntos del rotor conocidos, una pluralidad de palas se extienden a partir de un rotor. Las palas están orientadas de manera que el viento que pasa por encima de las palas hace girar el rotor y hace rotar el eje, accionando de esta manera el generador para generar electricidad.

10 Debido a que muchas turbinas eólicas conocidas proporcionan energía eléctrica a redes eléctricas, algunas turbinas eólicas presentan unos componentes de mayor tamaño (por ejemplo rotores de más de treinta metros de diámetro) que facilitan la alimentación de mayores cantidades de energía eléctrica. Sin embargo, los componentes de mayor tamaño a menudo están sometidos a unas cargas incrementadas (por ejemplo cargas asimétricas) que provocan cortantes del viento, desalineaciones de guiñada y / o turbulencias y es sabido que las cargas incrementadas contribuyen a unos ciclos considerables de fatiga en el conjunto del tren de engranajes y / u de otros componentes de la turbina eólica.

Al menos algunas turbinas eólicas conocidas incluyen un generador eléctrico y un tren de engranajes situados cada uno dentro de la góndola. El generador eléctrico está acoplado al tren de engranajes con un eje de gran velocidad. Al menos algunos conjuntos de trenes de engranajes conocidos incluyen un conjunto de corona que encaja con un conjunto de engranajes para facilitar la transferencia de energía rotacional a partir de un eje de rotor de baja velocidad hasta un eje de alta velocidad que acciona en rotación el generador para facilitar la producción de energía eléctrica. A lo largo del tiempo, el conjunto de corona puede gastarse. Cuando el conjunto de corona se gasta, el conjunto del tren de engranajes resulta menos eficaz para transportar la energía rotacional hasta el generador. En al menos algunas turbinas eólicas conocidas, se utiliza una inspección visual del interior del tren de engranajes para encontrar los defectos importantes como por ejemplo secciones que faltan en los dientes de los engranajes, sin embargo, la distancia entre el conjunto del freno de engranajes y el generador es tal que resulta limitado el acceso a la corona para llevar a cabo la inspección interior. La inspección visual propiamente dicha del interior de la corona es dilatoria y provoca una paralización y un aumento del gasto para llevar a cabo la inspección.

20 Son conocidas diversas herramientas de inspección, por ejemplo, las contenidas en el documento US 4,531,663 (aparato de guía que comprende un raíl anular y unas mordazas para fijar el raíl sobre un miembro cilíndrico destinado a ser inspeccionado mediante una sonda dispuesta sobre el raíl), el documento JP 10197498 (dispositivo de inspección que comprende una guía flexible fijada con unos imanes a la superficie de un tubo inspeccionado, un carro sostenido sobre dicha guía y desplazable a lo largo de la circunferencia del tubo, y una sonda desplazable en la dirección axial del tubo por medio de un escáner sobre dicho carro) y el documento US 4,976,044 (cabeza de escáner introducida dentro de un espacio de los dientes de un engranaje inspeccionado, y guiado a lo largo de uno de los flancos de los dientes que rodean dicho espacio de los dientes) para afrontar dichos problemas.

30 No obstante, es conveniente contar con un sistema y un procedimiento mejorados capaces de supervisar el conjunto del tren de engranajes que no requiera una inspección visual del interior del conjunto de corona.

De acuerdo con ello, la presente invención se ofrece de acuerdo con lo definido por las reivindicaciones adjuntas.

40 A continuación se describirán diversos aspectos y formas de realización de la presente invención en conexión con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica ejemplar.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva de tamaño ampliado de una porción de la turbina eólica mostrada en la FIG. 1.

45 La FIG. 3 es una vista en perspectiva de tamaño ampliado de un tren de engranajes ejemplar apropiado para su uso en la turbina eólica mostrada en la FIG. 1 que incluye un sistema de inspección de un tren de engranajes ejemplar.

La FIG. 4 es una vista en sección transversal de una porción del tren de engranajes mostrado en la FIG. 3 y tomada a lo largo de la línea 4 - 4 que incluye el sistema de inspección del tren de engranajes mostrado en la FIG. 3.

50 La FIG. 5 es una vista en perspectiva de una herramienta de alineación ejemplar apropiada para su uso en el sistema de inspección del tren de engranajes mostrado en la FIG. 3.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar de la inspección del tren de engranajes mostrado en la FIG. 3.

Varias de las formas de realización descritas en la presente memoria pueden dar respuesta a al menos algunos de los inconvenientes de las turbinas eólicas conocidas mediante la provisión de un sistema de inspección de turbinas eólicas que permita que el conjunto de corona sea inspeccionado sin que se requiera que un operario inspeccione visualmente el interior de la corona. Más concretamente, una variante del sistema de inspección descrito en la presente memoria incluye un transductor que está montado de manera amovible sobre una superficie exterior del tren de engranajes y está configurado para generar una señal indicativa de un defecto existente dentro de los dientes de engranaje de la corona. Así mismo, el sistema de inspección descrito en la presente memoria incluye una herramienta de alineación que puede ser montada de manera amovible sobre la superficie exterior del tren de engranajes y se alinee a lo largo de una línea central de los dientes de engranaje para posibilitar que un usuario escanee el transductor a lo largo de una extensión del diente de engranaje. Mediante el escaneo de la longitud del diente de engranaje, la herramienta de alineación facilita la provisión de un escaneo preciso de la corona y reduce el tiempo y los gastos de inspección del conjunto de corona.

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica 10 ejemplar. En la forma de realización ejemplar, la turbina eólica 10 incluye una torre 12 que se extiende desde una superficie 14 de soporte, una góndola 16, que está montada sobre la torre 12, un generador 18 que está situado dentro de la góndola 16, y un tren de engranajes 20 que está acoplado al generador 18. Un rotor 22 está acoplado de manera rotatoria al tren de engranajes 20 con un eje de velocidad inferior, esto es un eje 24 del rotor. El rotor 22 incluye un buje 26 rotatorio y al menos una pala 28 del rotor acoplada a y que se extiende hacia fuera con respecto del buje 26.

En la forma de realización ejemplar, el rotor 22 incluye tres palas 28 del rotor. En una forma de realización alternativa, el rotor 22 incluye más o menos de tres palas 28 del rotor. Las palas 28 del rotor están separadas alrededor del buje 26 para facilitar la rotación del rotor 22 para posibilitar que la energía cinética sea transferida por el viento en energía mecánica utilizable, en consecuencia en energía eléctrica. En la forma de realización ejemplar, cada pala 28 del rotor tiene una longitud que oscila entre aproximadamente 30 metros (m) y aproximadamente 120 m. Como alternativa las palas 28 del rotor pueden tener cualquier longitud apropiada que permita que la turbina eólica 10 funcione según lo descrito en la presente memoria. Por ejemplo, otros ejemplos no limitativos de longitudes de las palas del rotor incluyen 10 m o menos, 20 m, 37 m o una longitud superior a 120 m.

En la forma de realización ejemplar, la turbina eólica 10 también incluye un sistema 30 de inspección del tren de engranajes para inspeccionar un estado del tren de engranajes 20. El sistema 30 de inspección está acoplado de manera desmontable al tren de engranajes 20 para supervisar un estado de los diversos componentes alojados dentro del tren de engranajes 20 durante el funcionamiento de la turbina eólica 10.

Durante el funcionamiento de la turbina eólica 10, cuando el viento golpea las palas 28 del rotor procedente de la dirección 32 del viento, el rotor 22 es rotado alrededor de un eje geométrico de rotación 34 provocando una rotación del eje 24 del rotor alrededor del eje geométrico 34. Una rotación del eje 24 del rotor acciona en rotación el tren de engranajes 20 que, consecuentemente, acciona el generador 18 para facilitar la producción de energía eléctrica por parte del generador 18. A lo largo del tiempo, los componentes del tren de engranaje pueden gastarse. El sistema 30 de inspección del tren de engranajes permite que un usuario vigile un estado del tren de engranajes 20 sin que se requiera una paralización de la turbina eólica 10 y / o una retirada del tren de engranajes 20.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva de tamaño aumentado de una porción de la turbina eólica 10. La FIG. 3 es una vista en sección transversal parcial de un tren de engranajes 20. En la forma de realización ejemplar, el eje 24 del rotor está situado dentro de la góndola 16 y acoplado entre el rotor 22 y el tren de engranajes 20. Un eje 36 de gran velocidad está acoplado entre el tren de engranajes 20 y el generador 18. En la forma de realización ejemplar, durante el funcionamiento de la turbina eólica 10 el eje 24 del rotor hace rotar el tren de engranajes 20 de accionamiento que a continuación acciona el eje 36 de gran velocidad. El eje 36 de gran velocidad acciona en rotación el generador 18 para facilitar la producción de energía eléctrica por parte del generador 18. La turbina eólica 10 también incluye un sistema 38 de guiñada que incluye al menos un conjunto 40 de impulsión de guiñada que está acoplado a un cojinete 42 de guiñada. El conjunto 40 de impulsión de guiñada está configurado para encajar con el cojinete 42 de guiñada para hacer que la góndola 16 y el rotor 22 roten alrededor del eje geométrico 44 de guiñada. El tren de engranajes 20, el eje 24 del rotor y el conjunto 40 de impulsión de guiñada están cada uno soportado por un bastidor 46 de placa de soporte. El bastidor 46 de placa de soporte está acoplado al cojinete 42 de guiñada para soportar el bastidor 46 de la placa de soporte a partir de la torre 12. Un generador 18 es soportado por un bastidor 48 del generador que está dispuesto en voladizo a partir del bastidor 46 de la placa de soporte.

En la forma de realización ejemplar, el tren de engranajes 20 incluye una carcasa 50 del tren de engranajes que incluye una abertura 52 que se extiende a través de una sección 54 delantera de la carcasa 50. El tren de engranajes 20 también incluye un eje 56 de entrada que está situado dentro de una abertura 52 dimensionada para recibir el eje 24 del rotor. Un disco 58 retráctil está acoplado al eje 56 de entrada para comprimir el eje 56 de entrada alrededor del eje 24 del rotor para facilitar el acoplamiento del eje 56 de entrada con el eje 24 del rotor por medio de un ajuste de fricción.

Así mismo, el tren de engranajes 20 incluye una corona 60 y un conjunto de engranajes planetarios (no mostrado). La corona 60 y el conjunto de engranajes planetarios están cada uno situado dentro de la carcasa 50. El conjunto de engranajes planetarios está acoplado de forma rotatoria a la corona 60, al eje 24 del rotor y al eje 36 de gran

velocidad de manera que una rotación del eje 24 del rotor provoque una rotación del eje 36 de gran velocidad. La corona 60 incluye una pluralidad de dientes 62 de la corona (mostrados en la FIG. 4) que se extiende a lo largo de un interior de una superficie 64 interior (mostrada en línea de puntos en la FIG. 3) de una corona 60. Una superficie 64 interior está orientada a lo largo de un eje geométrico central 66 y define una cavidad 68 que se extiende a través de la corona 60. Los dientes 62 de la corona están orientados para encajar con el conjunto de engranajes planetarios para posibilitar que el conjunto de engranajes planetarios transmita una rotación del eje 24 del rotor a una rotación del eje 36 de gran velocidad.

En la forma de realización ejemplar, el sistema 30 de inspección del tren de engranajes incluye un transductor 70 que está montado de manera amovible sobre la carcasa 50 del tren de engranajes y está situado con respecto a una corona 60 para supervisar un estado de los dientes 62 de la corona. El transductor 70 está acoplado de forma comunicativa con el dispositivo 72 de supervisión y está configurado para generar una señal indicativo de un estado de los dientes 62 de los dientes de la corona, para transmitir la señal generada al dispositivo 72 de supervisión. El sistema 30 de inspección del tren de engranajes también incluye una herramienta 74 de alineación acoplada de manera amovible a la carcasa 50 y configurada para situar el transductor 70 con respecto a los dientes 62 de la corona.

En la forma de realización ejemplar, el dispositivo 72 de supervisión incluye un procesador 76 y un dispositivo 78 de memoria. El procesador 76 está acoplado en comunicación con el transductor 70, e incluye cualquier circuito programable apropiado que pueda incluir uno o más sistemas y microcontroladores, microprocesadores, circuitos ajustados de instrucción reducidos (RISC), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), circuitos de lógica programable (PLC), matrices de puertas programable sobre el terreno (FPGA), y cualquier otro circuito capaz de ejecutar las funciones descritas en la presente memoria. Los ejemplos expuestos son únicamente ejemplares y, por tanto, no están destinados a limitar de cualquier modo la definición y / o el significado del término "procesador". El dispositivo 78 de memoria incluye un medio legible por ordenador, como por ejemplo, sin limitación, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria flash, una unidad de disco duro, una unidad de estado sólido, un disquete, una unidad flash, un disco compacto, un disco de vídeo digital, y / o cualquier otro dispositivo apropiado que permita que el procesador 76 almacene, recupere y / o ejecute instrucciones y / o datos.

El dispositivo 72 de supervisión también incluye una pantalla 80 para representar una representación gráfica y / o una notificación a un usuario. La pantalla 80 está acoplada al procesador 76 y puede incluir una pantalla fluorescente al vacío (VFD) y / o uno o más diodos electroluminiscentes (LED). Así mismo o como alternativa la pantalla 80 puede incluir, sin limitación, una pantalla de cristal líquido (LCD), un tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla de plasma, y / o cualquier dispositivo de salida y visual apropiado capaz de representar datos gráficos y / o texto a un usuario. En la forma de realización ejemplar, un estado del tren de engranajes 20, un estado de la corona 60, un estado de los dientes 62 de la corona, y / o cualquier otra información puede ser representada a un usuario sobre la pantalla 80. Así mismo, una representación del tren de engranajes 20 de la corona 60 y / o de los dientes 62 de la corona, puede ser representada sobre la pantalla a un usuario en la pantalla 80. Además, una representación gráfica de un defecto de los dientes 62 de la corona puede ser representado a un usuario sobre la pantalla 80.

En la forma de realización ejemplar, el transductor 70 incluye un transductor ultrasónico que está configurado para ser escaneado sobre el diámetro exterior de la corona 60. El transductor 70 genera unos paquetes de ondas ultrasónicas que son transmitidos hasta la corona 60. Los paquetes de ondas se propagan a través del material de la corona. Si existen defectos en la corona 60, por ejemplo una grieta, una fractura y / o un diente que falte del engranaje, las ondas sonoras generadas por el transductor 70 se reflejarán a partir de los defectos. Las ondas sonoras reflejadas que se propagan desde los defectos o bien seguirán una trayectoria directa de retroceso hasta el transductor 70 o bien se propagarán hasta una superficie de la corona 60 donde se reflejarán y propagarán hacia el transductor 70. El transductor 70 recibe las ondas ultrasónicas reflejadas y convierte la energía acústica en una energía eléctrica. Las señales eléctricas indicativas del tiempo de vuelo de las reflexiones de las ondas, la amplitud de las señales reflejadas y otras características de las reflexiones, como por ejemplo la fase, la frecuencia y / o la configuración de las formas de onda, son transmitidas desde el transductor 70 hasta el dispositivo 72 de supervisión. El dispositivo 72 de supervisión determina el tamaño y el desplazamiento del defecto de los dientes 62 de la corona en base, al menos en parte, a las señales recibidas. En la forma de realización ejemplar, el dispositivo 72 de supervisión presenta sobre la pantalla 80, una representación gráfica de los dientes 62 de la corona y / o el defecto detectado dentro de los dientes 62 de la corona en base, al menos en parte, a la señal recibida.

En la forma de realización ejemplar, el transductor 70 puede ser o bien un monolítico (un solo cristal) operado en un ángulo de haz de 0 grados o montado sobre una cuña para generar haces ultrasónicos en ángulos distintos de los de 0 grados. Así mismo, un transductor de tres fases puede también utilizarse para generar un alcance de los ángulos del haz o múltiples ángulos del haz utilizados para la evaluación de la corona. Como alternativa, pueden utilizarse otros transductores, como por ejemplo un transductor acústico electromagnético (EMAT), un transductor piezoeléctrico, o un transductor piezoeléctrico monolítico (MPT).

La FIG. 4 es una vista en sección transversal de un tren de engranaje 20 tomado a lo largo de las líneas 4 - 4. La FIG. 5 es una vista en perspectiva de una herramienta 74 de alineación. Idénticos componentes mostrados en las FIGS. 4 - 5 son etiquetados con los mismos números de referencia utilizados en la FIG. 3. En la forma de realización ejemplar, la corona 60 de engranaje incluye una superficie 82 exterior, por ejemplo una superficie exterior de la

carcasa 50 y una superficie 84 interior que está acoplada radialmente hacia dentro desde la superficie 82 exterior. La superficie 84 interior define una cavidad 68. La corona 60 se extiende también axialmente entre una superficie 856 delantera y una superficie opuesta. Cada diente 62 de la corona se extiende radialmente hacia dentro desde la superficie 84 interior hacia el eje geométrico central 66 y se extiende axialmente entre la superficie 86 delantera y la superficie trasera.

En la forma de realización ejemplar, el diente 62 de la corona está separado circunferencialmente alrededor de la superficie 84 interior. Cada diente 62 de la corona incluye una superficie 90 superior que se extiende radialmente por fuera de la superficie 84 interior y está configurada para encajar con el conjunto de engranajes planetarios (no mostrado). La superficie 90 superior se extiende entre la superficie 86 delantera y la superficie trasera y presenta una longitud 92 medida entre la superficie 86 delantera y la superficie trasera. La superficie 90 superior define un eje geométrico central 94 del diente 62 de la corona. En la forma de realización ejemplar, cada diente 62 de la corona está orientado con respecto a la superficie 86 delantera de manera que se defina un primer ángulo α_1 oblicuo entre el eje geométrico 94 de los dientes de engranaje y la superficie 86 delantera. Además, cada diente 62 de la corona está separado por una anchura 86 circunferencial a partir de un diente 62 adyacente de la corona, de manera que se defina un espacio libre 98 entre cada uno de los dientes 62 adyacentes de la corona. Cada diente 62 de la corona está separado de manera que se defina una primera anchura 100 entre los ejes geométricos 94 de los dientes de engranaje adyacentes en la superficie 90 superior, y una segunda anchura 102 se define entre los ejes geométricos 94 adyacentes definidos en la superficie 82 exterior de la corona que es mayor que la primera anchura 100.

En la forma de realización ejemplar, la herramienta 74 de alineación está acoplada de manera amovible con la superficie 82 exterior de la corona y puede quedar situada con respecto a un diente 62 predefinido de la corona para facilitar la alineación del transductor 70 entre los dientes 62 adyacentes de la corona. La herramienta 74 de alineación está dimensionada y conformada para posibilitar que el transductor 70 se desplace a lo largo de la superficie 82 exterior y quede orientada con respecto al eje geométrico 94 de los dientes de engranaje para posibilitar que un usuario escanee el transductor 70 a lo largo de la extensión 92 de los dientes de engranaje.

En la forma de realización ejemplar, la herramienta 74 de alineación incluye una placa 104 de alineación que incluye un miembro 106 de soporte y un miembro 108 de guía formados de manera solidaria con el miembro 106 de soporte. Como alternativa, el miembro 108 de guía puede estar acoplado al miembro 106 de soporte con una soldadura y / o un medio de sujeción. En la forma de realización ejemplar, el miembro 106 de soporte incluye una superficie 110 radialmente interior y una superficie 112 radialmente exterior. Las superficies 110 y 112 interior y exterior se extienden cada una entre un borde 114 de ataque y un borde 116 de salida opuesto. El miembro 106 de soporte está conformado de manera que el borde 114 de ataque esté orientado sustancialmente en paralelo con la superficie 86 delantera de la corona. El miembro 108 de guía se extiende hacia fuera desde el miembro 106 de soporte e incluye un borde 118 de guía que se extiende desde el borde 114 de ataque hacia el borde 116 de salida. El borde 118 de guía está orientado oblicuamente con respecto al borde 114 de ataque de manera que se defina un segundo ángulo α_2 oblicuo entre el borde 118 de guía y el borde 114 de ataque. En la forma de realización ejemplar, el borde 118 de guía está orientado sustancialmente en paralelo con el eje geométrico 94 de los dientes de engranaje, de manera que el segundo ángulo α_2 esté aproximadamente en la misma posición que el primer ángulo α_1 . El miembro 118 de guía está dimensionado y conformado para facilitar el posicionamiento del transductor 70 con respecto al eje geométrico 94 de los dientes de engranaje durante una inspección de la corona 60.

En la forma de realización ejemplar, la herramienta 74 de alineación incluye también una pluralidad de imanes 120 de soporte que están acoplados para soportar el miembro 106 para el acoplamiento magnético de la herramienta 74 de alineación con la superficie 82 exterior de la corona. El miembro 106 de soporte incluye una pluralidad de aberturas 122 cada una de las cuales está dimensionada y conformada para recibir un imán 120 de soporte a través de ellas. En la forma de realización ejemplar, cada imán 120 de soporte se extiende hacia fuera desde la superficie 110 interior hasta contactar con la superficie 82 exterior de la corona.

La herramienta 74 de alineación incluye también una pluralidad de imanes 124 de alineación que están acoplados para sujetar el miembro 106 y están situados en posición adyacente al borde 114 de ataque. Cada imán 124 de alineación está separado a lo largo del borde 114 de ataque para facilitar la orientación del borde 114 de ataque sustancialmente en paralelo con la superficie 86 delantera de la corona. En la forma de realización ejemplar, el miembro 106 de soporte incluye una pluralidad de hendiduras 126 cada una de las cuales está dimensionada y conformada para recibir dentro de ella un imán 124 de alineación. Como alternativa, los imanes 124 de alineación pueden extenderse a través del miembro 106 de soporte y extenderse hacia fuera desde la superficie 110 interior para contactar con la superficie 82 exterior de la corona cerca de la superficie 86 delantera. Así mismo, la herramienta 74 de alineación también incluye una etiqueta 130 que está fijada a la superficie 112 exterior. La etiqueta 130 incluye una flecha 132 que indica un emplazamiento del rotor 22 con respecto a la corona 60 para facilitar que un usuario identifique la superficie 86 delantera y una orientación de los dientes 62 de la corona.

En la forma de realización ejemplar, el miembro 108 de guía incluye una placa 134 de separación que se extiende hacia fuera desde el borde posterior del miembro de soporte. La placa 134 de separación define al menos una porción del borde 118 de guía y se extiende entre el borde 118 de guía y un borde 136 posterior opuesto. En la forma de realización ejemplar, la placa 134 de separación tiene una anchura 138 medida entre el borde 118 de guía y el borde 136 posterior que es aproximadamente igual a la segunda anchura 102 de los dientes de engranaje, de

manera que el borde 118 de guía y el borde 136 posterior están orientados con respecto a los ejes geométricos 94 de los dientes de engranaje adyacentes. Además, el borde 136 posterior está orientado sustancialmente en paralelo para guiar el borde 118 de guía de manera que el borde 118 de guía esté orientado con respecto a un primer diente 140 de engranaje y el borde 136 posterior esté orientado con respecto a un segundo diente 142 de engranaje que se sitúe en posición adyacente con el primer diente 140 de engranaje. El borde 136 posterior permite que un usuario marque un emplazamiento del segundo diente 142 de engranaje de manera que el usuario pueda situar el borde 118 de guía a lo largo del eje geométrico 94 de los dientes de engranaje del segundo diente 142 de engranaje después de que la inspección del primer diente 140 de engranaje se haya completado.

La herramienta 74 de alineación también incluye una placa 144 de escala que está acoplada al miembro 108 de guía y orientada a lo largo del borde 118 de guía. La placa 144 de escala incluye una escala 146 graduada que incluya unas unidades graduadas de una longitud 148 que permiten que un usuario identifique un emplazamiento del transductor 70 a lo largo del diente 62 de la corona. En la forma de realización ejemplar, la placa 144 de escala incluye una longitud 150 medida a lo largo del borde 118 de guía que es aproximadamente igual a la longitud 92 de la corona. Además, la placa 144 de escala está orientada oblicuamente con respecto a la superficie 112 exterior del miembro de soporte que está orientada hacia la superficie 82 exterior de la corona para facilitar el contacto del transductor 70 y orientar el transductor 70 a lo largo del eje geométrico 94 de la corona durante la inspección. En el curso de la inspección cuando el transductor 70 identifica un emplazamiento de un defecto dentro de los dientes de la corona, un usuario utiliza una escala 146 graduada para identificar el emplazamiento del defecto a lo largo de la extensión 92 de los dientes. En una forma de realización, la herramienta 74 de alineación no incluye una placa 144 de escala, y la escala 146 graduada se define a lo largo de una superficie 152 exterior del miembro 108 de guía.

Durante la inspección del anillo 60 de engranaje, un usuario sitúa de manera selectiva el transductor 70 a lo largo de la superficie 82 exterior de la corona y desplaza el transductor 70 a lo largo de la superficie 82 exterior hasta que un primer diente 140 de la corona se identifica por el transductor 70. El usuario entonces monta la herramienta 74 de alineación sobre la superficie 82 exterior de manera que el borde 114 de ataque se sitúe en posición adyacente a la superficie 86 delantera y de manera que el borde 118 de guía quede situado en posición adyacente al transductor 70 y orientado con respecto al eje geométrico 94 de los dientes de la corona. El usuario desplaza el transductor 70 a lo largo del borde 118 de guía para escanear la longitud 92 del diente 140 del engranaje. Así mismo, el usuario utiliza el borde 136 trasero para identificar un emplazamiento de un eje geométrico 94 de la corona de un segundo diente 142 del engranaje. Después de la finalización de la inspección del primer diente 140 del engranaje, el usuario vuelve a situar la herramienta 74 de alineación de manera que el borde 118 de guía quede situado con respecto al segundo eje geométrico 94 del diente de engranaje. El usuario entonces sitúa el transductor 70 en posición adyacente al borde 118 de guía de manera que el transductor 70 quede alineado con respecto al segundo diente 142 de engranaje para facilitar la inspección del segundo diente 142 del engranaje.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento 200 ejemplar de la inspección del tren de engranajes 20. En la forma de realización ejemplar, el procedimiento 200 incluye una herramienta 74 de alineación del acoplamiento 202 desmontable sobre la superficie 82 exterior de la corona, y el posicionamiento 204 de la herramienta 74 de alineación con respecto a un primer diente de engranaje de manera que el borde 118 de guía esté orientado con respecto al eje geométrico central del primer diente 140 de la corona. Así mismo, el procedimiento 200 incluye el posicionamiento 205 del borde 114 de ataque de la herramienta de alineación adyacente a la superficie 86 delantera de la corona. Además, el procedimiento 200 incluye el posicionamiento 208 del transductor 70 adyacente al borde 118 de guía adyacente y a la superficie 82 exterior adyacente de la corona, y la transmisión 210, desde el transductor 70 hasta el dispositivo 72 de supervisión, una señal indicativa del primer diente 140 de la corona. El dispositivo 72 de supervisión determina 212 un emplazamiento de un defecto dentro del primer diente 140 de la corona en base, al menos en parte, a la primera señal recibida. Además, el dispositivo 72 de supervisión presenta 214 una representación gráfica del primer diente 140 de la corona correspondiente a la primera señal de supervisión recibida.

En la forma de realización ejemplar, el procedimiento 200 también incluye un posicionamiento 216 de la herramienta 74 de alineación con respecto al segundo diente 142 de la corona de manera que el borde 118 de guía esté orientado con respecto al eje geométrico central 94 del segundo diente 142 de la corona. El transductor 70 está situado 218 en posición adyacente al borde 118 de guía de manera que el transductor 70 esté orientado con respecto al segundo diente 142 de la corona, y transmita 220 una segunda señal indicativa del segundo diente 142 de la corona.

De acuerdo con aspectos de la presente invención, se proporciona un procedimiento para inspeccionar de manera no destructiva unas coronas que utilicen ondas ultrasónicas transmitidas desde el diámetro exterior de la corona. Las ondas ultrasónicas pueden ser utilizadas para evaluar el volumen de la corona y los dientes de engranaje situados sobre el diámetro interior. El procedimiento puede utilizar una combinación de ángulos de haz para interrogar a la corona. El procedimiento puede utilizar sondas ultrasónicas monolíticas de ángulo fijo y / o una o más matrices en fase que operen en múltiples ángulos generadores de un escaneo de sectores. El procedimiento puede detectar e identificar defectos del volumen de la corona incluyendo defectos de los dientes de engranaje.

La orientación y la posición de la herramienta 74 de alineación se selecciona para posibilitar que el usuario escanee el transductor 70 a través de una longitud completa de los dientes 62 de la corona y a lo largo del eje geométrico 94

de los dientes de engranaje. Así mismo, el tamaño y la forma de la herramienta 74 de alineación se selecciona para facilitar que un usuario marque un emplazamiento de unos dientes 62 adyacentes de la corona para posibilitar que usuario vuelva a situar rápidamente el transductor 70 con respecto a los dientes 62 adyacentes de la corona. Mediante la provisión de una herramienta de alineación que permita que un usuario escanee a lo largo de una línea central de un diente de la corona, y marque un diente adyacente de la corona destinado a ser escaneado, el coste de la inspección de un punto de la corona se reduce de manera considerable en comparación con los procedimientos de inspección conocidos que requieren la inspección visual del conjunto del tren de engranajes.

El sistema y el aparato anteriormente descritos da respuesta a al menos algunos de los inconvenientes de las turbinas eólicas conocidas mediante la provisión de un sistema de inspección de turbinas eólicas que incluye un transductor que está montado de manera amovible sobre una superficie exterior del tren de engranajes y está configurado para generar una señal indicativa de un deflector existente dentro de los dientes de engranaje de la corona. Así mismo, se describe en la presente memoria un sistema de inspección que puede incluir una herramienta de alineación que puede ser montada de manera amovible sobre la superficie exterior del tren de engranajes y alineada a lo largo de una línea central de los dientes de engranaje para posibilitar que un usuario escanee el transductor a lo largo de una extensión del diente de engranaje. Mediante la provisión de un sistema de inspección que incluye una herramienta de alineación que facilita el escaneo de la longitud de un diente de engranaje, el sistema de inspección facilita la provisión de un escaneo preciso del conjunto de la corona y reduce el tiempo y los gastos de inspección del conjunto de la corona. De esta manera, se reduce de manera considerable el coste exigido para operar la turbina eólica.

Formas de realización ejemplares de una herramienta de alineación para su uso en un sistema y un procedimiento de inspección de turbinas eólicas de ensamblaje de una herramienta de alineación se describen con detalle en las líneas anteriores. Los sistemas y los aparatos no están limitados a las formas de realización específicas descritas en la presente memoria, sino que, por el contrario, los componentes de los sistemas y / o de los aparatos pueden ser utilizados de forma independiente por separado de otros componentes y / o etapas descritas en la presente memoria. Por ejemplo, los sistemas pueden ser también utilizados en combinación con otros sistemas rotatorios y no están limitados a la puesta en práctica de únicamente solo el conjunto de trenes de engranajes como se describen en la presente memoria. Antes bien, la forma de realización ejemplar puede ser llevada a la práctica y utilizada en conexión con muchas otras aplicaciones de sistemas rotatorios.

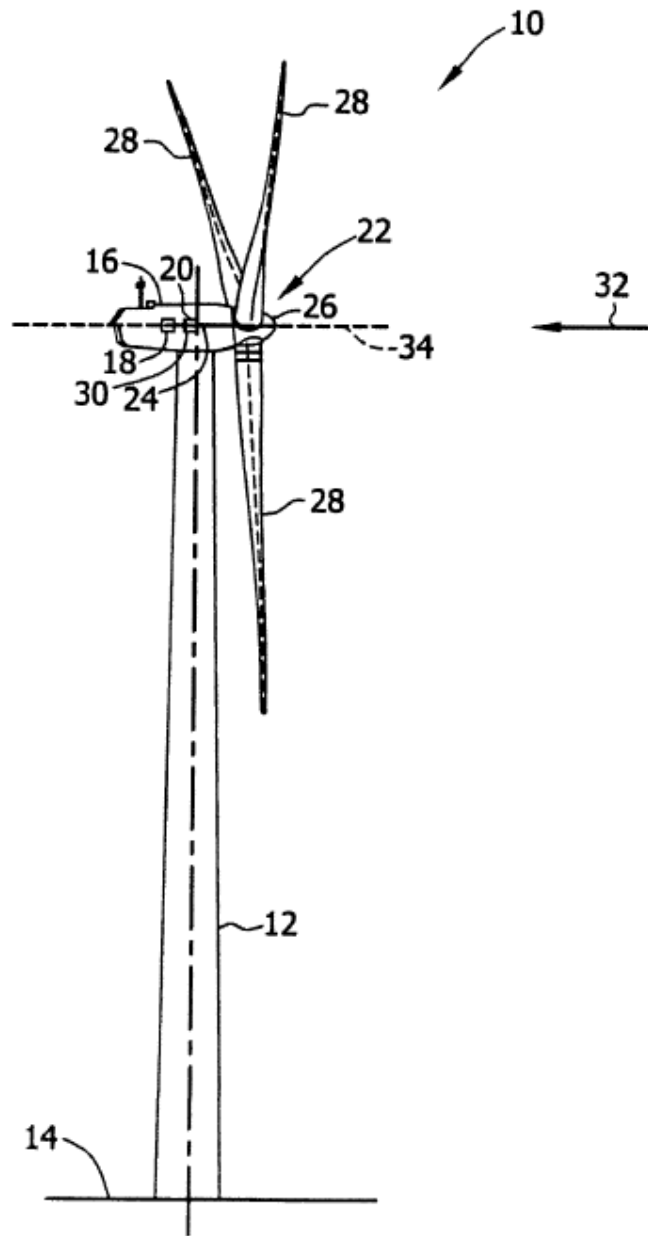
Aunque pueden haberse mostrado características específicas de diversas formas de realización de la invención en algunos dibujos y no en otros, esto se debe únicamente a razones de comodidad. De acuerdo con la invención, según se define en las reivindicaciones, cualquier característica de un dibujo puede ser referenciada y / o reivindicada en combinación con cualquier característica de cualquier otro dibujo.

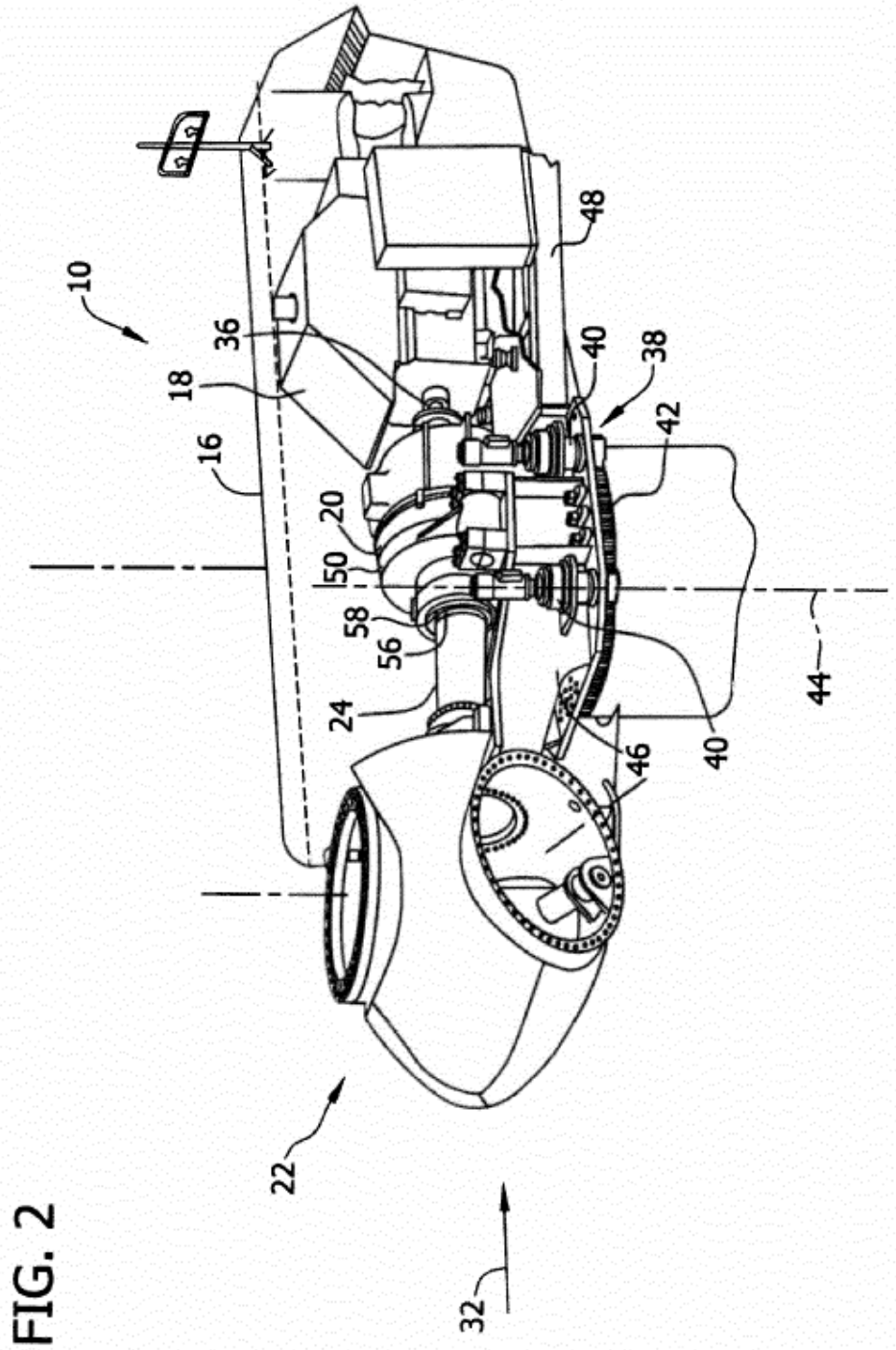
La presente descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferente, y también para hacer posible que cualquier experto en la materia ponga en práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo y sistema y la relación de cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención se define por las reivindicaciones y puede incluir otros ejemplos que adviertan los expertos en la materia.

REIVINDICACIONES

- 1.- Una herramienta (74) de alineación para su uso en la inspección de una corona dentada (60) de un tren de engranajes (20), incluyendo la corona dentada una superficie (82) exterior, una superficie (84) interior, una superficie (86) delantera, una superficie trasera opuesta y una pluralidad de dientes (62) de engranaje que se extienden radialmente hacia dentro desde la superficie (82) exterior, en la que cada diente (62) de engranaje presenta una superficie (90) superior que se extiende entre dichas superficies delantera (86) y trasera y dicha superficie (90) superior define un eje geométrico central (94) del diente (62) de engranaje de manera que se define un ángulo (2) oblicuo entre dicho eje geométrico (94) central y dicha superficie (86) delantera, comprendiendo dicha herramienta de alineación:
- 5 una placa (104) de alineación que incluye un miembro (106) de soporte que se extiende entre un borde (114) de ataque y un borde (116) de salida, pudiendo dicho miembro de soporte ser montado de manera amovible sobre dicha superficie (82) exterior por medio de una pluralidad de imanes (120) de soporte de manera que dicho borde (114) de ataque está orientado sustancialmente en paralelo con dicha superficie (86) delantera; y
- 10 un miembro (108) de guía que se extiende hacia fuera desde dicho miembro (106) de soporte, comprendiendo dicho miembro de guía un borde (118) de guía orientado oblicuamente con respecto a dicho borde (114) de ataque para quedar orientado en paralelo con dicho eje geométrico (94) central, estando el borde (118) de guía adaptado para guiar un transductor (70) para inspeccionar la corona dentada (60),
- 15 en la que dicho miembro (108) de guía comprende una escala (146) graduada definida a lo largo de una superficie (152) exterior de aquél para posibilitar que un usuario identifique el emplazamiento del transductor (70).
- 20
- 2.- Una herramienta (74) de alineación de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de imanes (124) de alineación situados en posición adyacente a dicho borde (114) de ataque estando dicha pluralidad de imanes de alineación separados a lo largo de dicho borde de ataque para facilitar la orientación de dicho borde de ataque sustancialmente en paralelo con la superficie (86) delantera de la corona dentada.
- 25
- 3.- Una herramienta (74) de alineación de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que dicho miembro (108) de guía comprende una placa (134) de separación que se extiende hacia fuera desde dicho borde (116) de salida del miembro de soporte y dicha placa de separación se extiende entre dicho borde (118) de guía y un borde (136) posterior opuesto.
- 30
- 4.- Una herramienta (74) de alineación de acuerdo con la reivindicación 3, en la que dicha placa (134) de separación incluye una anchura medida entre dicho borde (118) de guía y dicho borde (136) posterior que es aproximadamente igual a la distancia medida entre los dientes (62) de la corona dentada adyacentes de una corona dentada destinada a ser inspeccionada.
- 35
- 5.- Una herramienta (74) de alineación de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en la que dicho borde (136) trasero está orientado sustancialmente en paralelo con dicho borde (118) de guía, estando dicho borde de guía orientado con respecto a un primer diente (140) de engranaje de una corona dentada destinada a ser inspeccionada y estando dicho borde posterior orientado con respecto a un segundo diente (142) de engranaje adyacente de la corona dentada destinada a ser inspeccionada.
- 40
- 6.- Un sistema (30) de inspección para inspeccionar un estado de una corona dentada (60) de un tren de engranajes (20), incluyendo la corona dentada una superficie (82) exterior y una pluralidad de dientes (62) de engranaje que se extienden radialmente hacia dentro desde la superficie exterior, comprendiendo dicho sistema de inspección:
- un dispositivo (72) de supervisión para supervisar un estado de la corona dentada;
- un transductor (70) acoplado de forma comunicativa con dicho dispositivo de supervisión, pudiendo dicho transductor ser situado en posición adyacente a la superficie exterior de la corona dentada y configurado para generar una señal indicativa de un defecto definido dentro de la corona dentada, y
- 45 una herramienta (74) de alineación de acuerdo con cualquier reivindicación precedente acoplable de manera amovible con la superficie exterior de la corona dentada, en la que dicho transductor puede ser desplazado a lo largo de dicho borde de guía en contacto con el borde de guía para efectuar un escaneo a lo largo de una extensión del diente de la corona dentada.
- 50

FIG. 1





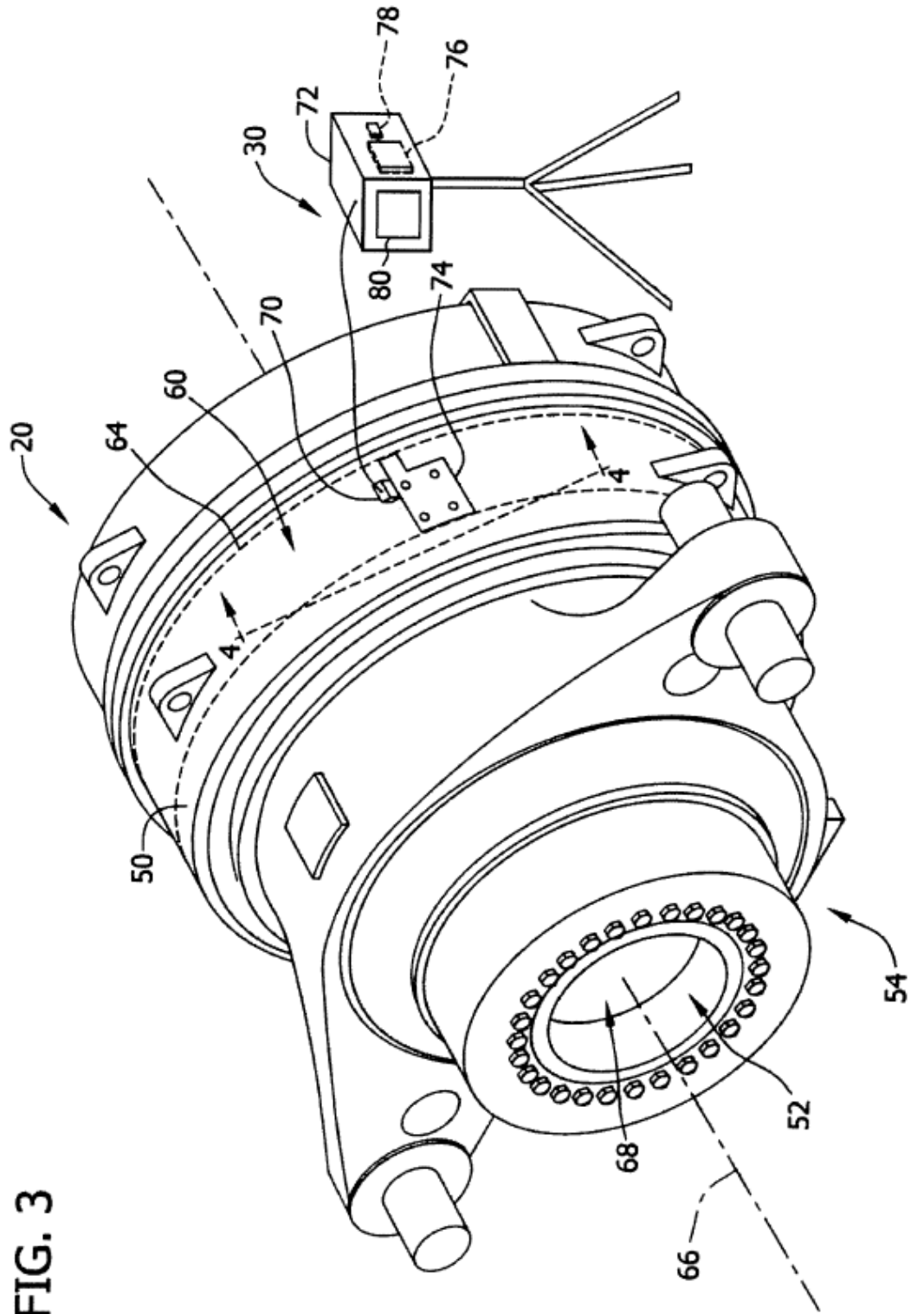
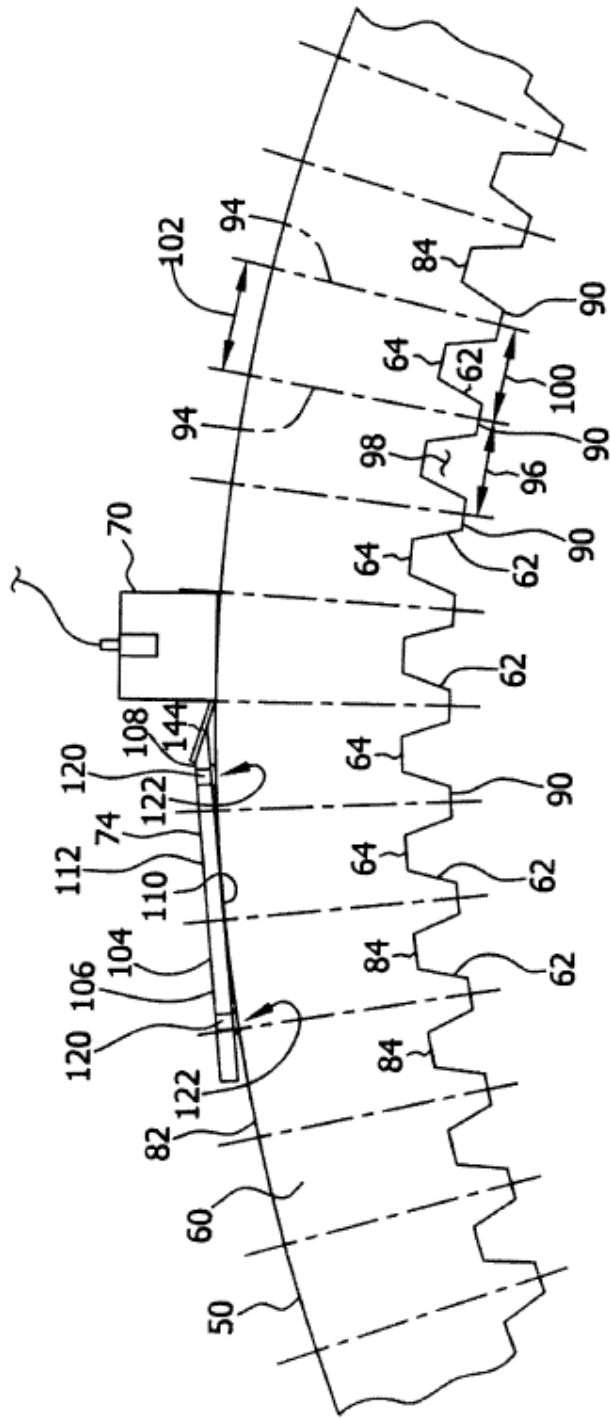


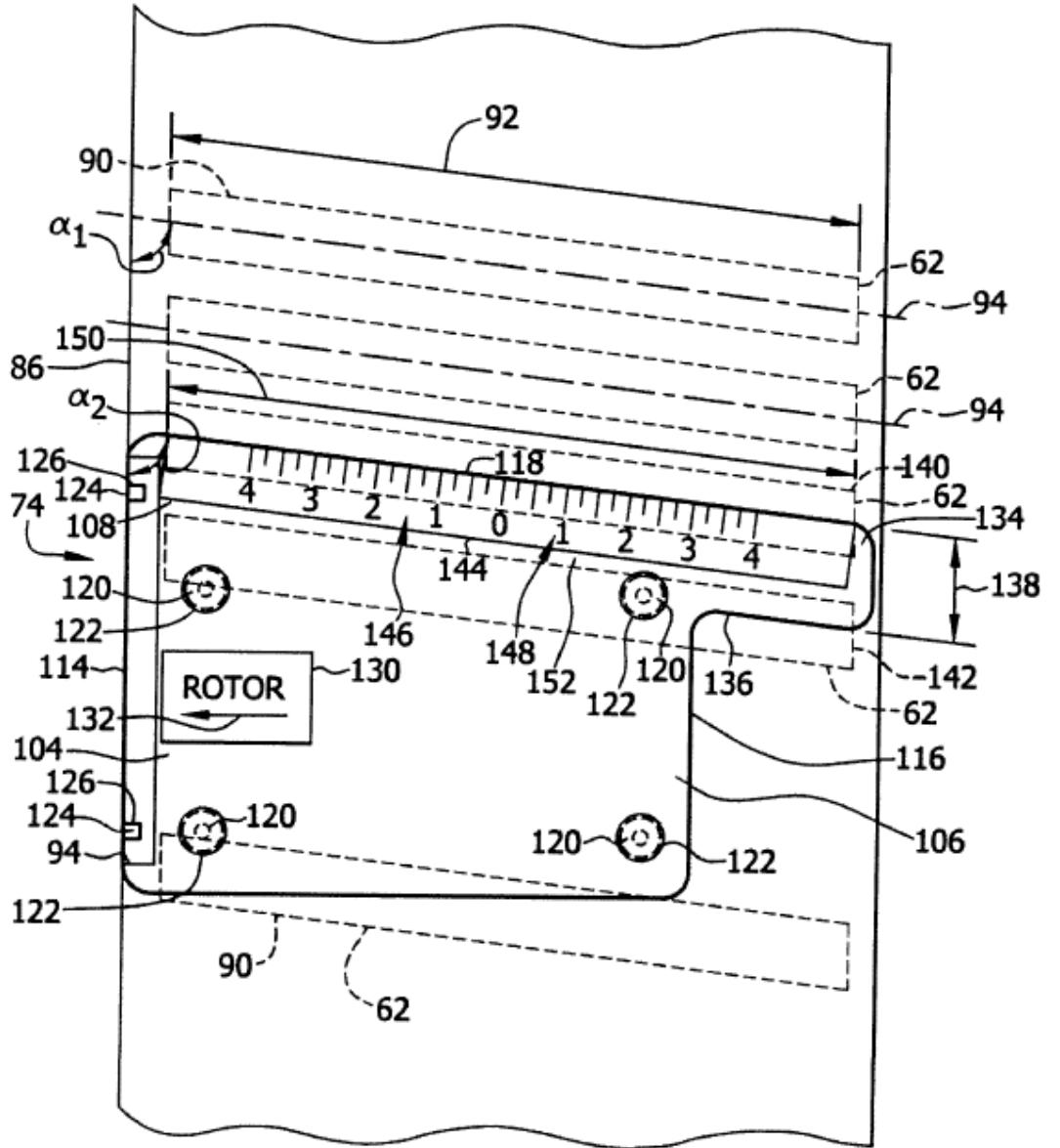
FIG. 3

FIG. 4



68

FIG. 5



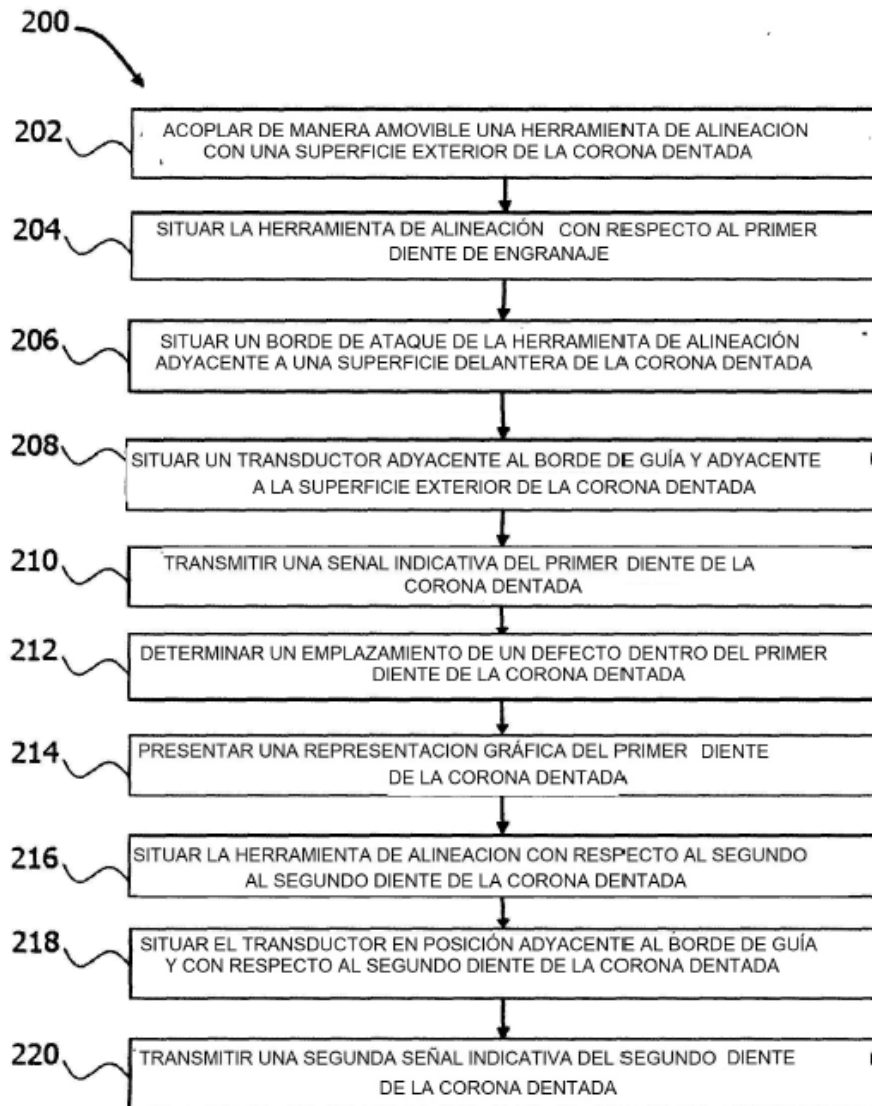


FIG. 6