

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 406 707**

51 Int. Cl.:

G01M 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2009 E 09171424 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 2175255**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la medición del desgaste de dientes de engranajes**

30 Prioridad:

08.10.2008 US 247476

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

07.06.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MASHUE, AARON JOHN y
CLOSE, RYAN SPENCER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 406 707 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

Procedimiento y dispositivo para la medición del desgaste de dientes de engranajes

La materia objeto aquí descrito se refiere en general a dientes de engranajes y, más particularmente, a un procedimiento y a un dispositivo para medir el desgaste de dientes de engranajes.

5 Al menos algunas turbinas eólicas conocidas incluyen un rotor que tiene múltiples palas. Las palas del rotor a veces se acoplan a un cubo que es a su vez acoplado a un alojamiento, o góndola. La góndola se coloca en la parte superior de una base, por ejemplo, una cercha o torre tubular. Las palas del rotor transforman la energía mecánica del viento en las fuerzas de levantamiento de la pala inducidas que inducen además un par de giro mecánico. El par inducido se utiliza para accionar uno o más generadores, generando en consecuencia energía eléctrica, o
10 alternativamente para bombear un fluido y/o moler una sustancia.

Al menos algunas turbinas eólicas conocidas tienen un mecanismo para ajustar un ángulo de paso de cada pala del rotor. El ángulo de paso es un ángulo que determina la orientación de cada una de las palas alrededor de un eje longitudinal de la pala. Al menos algunos de los mecanismos de ajuste de paso conocidos incluyen un motor de paso que opera un engranaje de piñón que actúa sobre una corona dentada acoplada a la pala.

15 En al menos algunas turbinas eólicas conocidas, una pluralidad de dientes de la corona dentada puede desgastarse con el tiempo, disminuyendo una eficiencia y fiabilidad del mecanismo de ajuste de paso. Por otra parte, una medida de tal desgaste del diente del engranaje es difícil de cuantificar. Se conocen plantillas que pueden insertarse entre los flancos de dientes de los engranajes adyacentes, lo que permite estimar un desgaste de los dientes de los engranajes mediante la comparación de una distancia entre los flancos adyacentes a una anchura de la plantilla conocida. Sin embargo, dichas plantillas conocidas sólo proporcionan una estimación de un desgaste combinado en
20 ambos flancos de los dos dientes adyacentes, en lugar de una medición del desgaste de un flanco de diente individual. Por otra parte, dichas plantillas conocidas no proporcionan una medición repetible en una ubicación coherente en cada flanco de diente que puede ser utilizada para comparar el desgaste entre dos momentos diferentes de un diente del engranaje dado, entre un diente del engranaje y otro diente del engranaje en el mismo equipo, o entre los dientes de engranaje en los engranajes similares asociados con diferentes palas o diferentes turbinas eólicas. En consecuencia, sería deseable desarrollar un procedimiento y/o un sistema que facilite una medición repetible y fiable del desgaste en una ubicación coherente en cada flanco de cada diente del engranaje.

El documento US 4.185.391, por ejemplo, divulga una plantilla de desgaste del piñón para medir el desgaste de un piñón dentado.

30 Diversos aspectos y realizaciones de la presente invención, sin embargo, se definen mediante las reivindicaciones adjuntas.

Diversos aspectos y realizaciones de la presente invención se describirán ahora en relación con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica ejemplar;

35 La figura 2 es una vista esquemática de un sistema de control de paso de una pala a modo ejemplar que se puede usar con el generador de turbina eólica que se muestra en la figura 1;

La figura 3 es una vista en perspectiva de una interacción ejemplar de una pluralidad de dientes de un engranaje de piñón con una pluralidad de dientes de una corona dentada;

40 La figura 4 es una vista esquemática de una plantilla ejemplar para la medición del desgaste de los flancos delanteros y los flancos traseros de una pluralidad de dientes de la corona dentada;

La figura 5 es una vista en perspectiva de la plantilla a modo ejemplar de la figura 4 equipada adyacente a la corona dentada de la figura 3;

La figura 6 es una vista esquemática de un diente de la plantilla ejemplar; y

45 La figura 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar para la medición del desgaste en el flanco delantero y/o en el flanco trasero de un diente del engranaje mediante la plantilla que se muestra en la figura 4.

El procedimiento y el sistema descritos en la presente facilitan una medición repetible y fiable del desgaste en una ubicación coherente en cada flanco de cada diente del engranaje. Dicho procedimiento y el sistema incluyen el uso de una plantilla que se puede posicionar respecto a un punto de referencia consistente sobre un engranaje. La
50 plantilla incluye al menos un primer diente de la plantilla configurado para encajar en un espacio definido entre un primer y un segundo diente de un engranaje. Específicamente, la plantilla se puede colocar en una ubicación coherente con respecto a una dirección axial, una dirección radial y una dirección de giro definida con respecto al engranaje. Un efecto técnico de la plantilla es permitir una medición repetible del desgaste en cada flanco del diente

que puede ser utilizada para comparar el desgaste de los dientes de engranajes en dos momentos diferentes de un diente del engranaje dado en un solo engranaje, o entre un diente del engranaje y otro diente del engranaje en el mismo engranaje, o entre el diente de engranaje en una pluralidad de engranajes de un tamaño y forma sustancialmente similares.

5 La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización ejemplar de una turbina eólica 10 ejemplar. En el ejemplo, el generador de turbina eólica 10 es una turbina eólica de eje horizontal. Como alternativa, la turbina eólica 10 puede ser un aerogenerador de eje vertical. La turbina eólica 10 puede estar acoplado a una carga eléctrica (no mostrada), tal como, pero no limitada a, una red de energía eléctrica (no mostrada), y puede recibir de ella la energía eléctrica para impulsar el funcionamiento de la turbina eólica 10 y/o de sus componentes asociados. Alternativamente, la
10 turbina eólica 10 puede ser un "molino de viento" que produce energía mecánica utilizada, por ejemplo, para bombear un fluido y/o moler una sustancia.

La turbina eólica 10 incluye un cuerpo 12, denominado a veces como una "góndola", y un rotor (designado en general por 14) acoplado al cuerpo 12 para la rotación con respecto al cuerpo 12 alrededor de un eje de rotación 16. En la realización ejemplar, la góndola 12 está montada en una torre 18. La altura de la torre 18 es cualquier altura
15 adecuada que permita al aerogenerador 10 funcionar como se describe en este documento. El rotor 14 incluye un cubo 20 y una pluralidad de palas 22 (a veces referidas como "álabes") que se extienden radialmente hacia fuera desde el cubo 20 para convertir la energía eólica en energía de rotación. Aunque el rotor 14 se describe e ilustra en este documento teniendo tres palas 22, el rotor 14 puede incluir cualquier número de palas 22.

La figura 2 es una vista esquemática de un ejemplo de sistema de control de paso de la pala 24 dentro del cubo 20 que puede usarse para establecer un ángulo de paso de una pala de rotor 22 que se muestra en la figura 1. El sistema de control de paso 24 gira la pala 22 (mostrado en sección transversal en la figura 2) alrededor de un eje longitudinal 26 de la pala 22 para cambiar así el paso de la pala 22. La pala del rotor 22 se muestra en la figura 2 en
20 aproximadamente un ángulo de paso cero, o posición "de potencia". Otra posición definida de la pala de rotor 22 es una posición de paso de "hélice completa" (no mostrado), en la que la pala 22 está orientada aproximadamente 90 grados en la dirección positiva (+) sobre el eje longitudinal 26 desde la posición del paso cero que se muestra en la figura 2. En general, aumentando el ángulo de paso del pala 22 alrededor del eje longitudinal 26 hacia la posición totalmente emplumado disminuye una cantidad de elevación inducida por un viento 28 en la pala 22, y, a la inversa, disminuyendo el ángulo de paso de la pala 22 hacia la posición de potencia aumenta la cantidad de elevación inducida a partir del viento 28 sobre la pala 22.

En la realización ejemplar, el sistema de control de paso 24 incluye un engranaje de piñón 30. Cuando la turbina eólica 10 está en funcionamiento normal, el engranaje de piñón 30 es accionado por uno o más accionadores (no mostrados), tales como, pero no limitados a, motores eléctricos, cilindros hidráulicos, resortes, y/o servomecanismos. El engranaje de piñón 30 coopera con una corona dentada 40, a través de una interacción de los
25 dientes del engranaje tal como se describe a continuación y que se muestra en la figura 3, de tal manera que la rotación del piñón de engranaje 30 como resultado la rotación proporcional de la corona dentada 40. La corona dentada 40 está acoplada a la pala 22 de tal manera que la rotación de la corona dentada 40 gira el pala 22 alrededor del eje longitudinal 26 para cambiar así el paso de la pala 22. En el ejemplo de realización, en el curso de la operación normal de la turbina eólica 10, el paso de la pala 22 se puede ajustar a través de un rango de ángulos entre la posición de potencia (aproximadamente cero grados) y la posición de álabe completo (aproximadamente
30 noventa grados). En consecuencia, en el curso de dicha operación, una parte arqueada de aproximadamente noventa grados 50 de la corona dentada 40 puede entrar en contacto con el engranaje de piñón 30. En realizaciones alternativas, una parte diferente de la corona 40 puede entrar en contacto con el piñón 30.

La figura 3 es una vista en perspectiva de una interacción de una pluralidad de dientes 32 del engranaje de piñón 30 con una pluralidad de dientes 42 de la corona dentada 40. La rotación del engranaje de piñón 30 en cualquier
35 dirección provoca que los dientes de engranaje de piñón 32 para actuar sobre los dientes de la corona dentada 42 de tal manera que la corona dentada 40 gira proporcionalmente en la misma dirección que el engranaje de piñón 30. Cada una de la pluralidad de dientes de la corona dentada 42 tiene un flanco delantero 44 y un flanco trasero 46. Para mayor claridad en la figura 3, el flanco delantero 44 y el flanco trasero 46 se indican con caracteres de referencia en la figura 3 para un solo diente de la corona dentada 42, pero están presentes en cada diente de la
40 corona dentada 42 en el ejemplo de realización. La rotación repetida hacia adelante y hacia atrás de la corona dentada 40 mediante el piñón de engranaje 30 da como resultado un desgaste del material de los flancos delanteros 44 y los flancos traseros 46 de los dientes de la corona dentada 42. Debido a la distancia entre el plano superior 48 de cada diente de la corona dentada 42 y un plano inferior 38 de cada diente de piñón de engranaje 32, no se produce desgaste directo en planos superiores de la corona dentada 48. En la realización ejemplar, el desgaste de flancos delanteros 44 y los flancos traseros 46 se produce sólo en los dientes 42 situados dentro de la porción 50 de la corona dentada 40 que interactúa con el engranaje de piñón 30 para el posicionamiento del paso sobre los
45 aproximadamente noventa grados entre las posiciones de potencia y el álabe completo. Otros dientes de la corona dentada 42 situados fuera de la porción 50 no entran en contacto con los dientes de engranaje de piñón 32, y por lo tanto no experimentan desgaste en sus respectivos flancos delanteros 44 y sus flancos traseros 46. En realizaciones
50 alternativas, el desgaste de los flancos delanteros 44 y los flancos traseros 46 se produce en más dientes 42 de la corona dentada 40.

La figura 4 es una vista esquemática de una plantilla 60 ejemplar para la medición del desgaste en los flancos delanteros 44 y los flancos traseros 46 de la pluralidad de dientes de la corona dentada 42. La figura 5 es una vista en perspectiva de una realización ejemplar de la plantilla 60 montada adyacente a la corona dentada 40. La plantilla 60 incluye al menos una primera plantilla de diente 62 configurada para encajar en un espacio definido entre un primer diente de la corona dentada 42 y un segundo diente de la corona dentada 42, de tal manera que un borde de la primera plantilla de diente 62 se apoya en un flanco del primer diente del engranaje 42 sustancialmente sin espacios de separación cuando el flanco está en una condición sin uso.

Más específicamente, en el ejemplo de realización, la plantilla 60 incluye una pluralidad de dientes 62 que tienen la forma para encajar en los espacios respectivos entre los dientes de la corona dentada adyacentes 42 cuando la plantilla 60 está montada adyacente a la corona dentada 40. Si los dientes de la corona dentada 42 están en una condición nueva o sin uso, un borde delantero 64 de cada diente de la plantilla 62 se ajusta perfectamente, sin espacios vacíos, contra el respectivo flanco delantero 44 de un diente de la corona dentada 42, y un borde posterior 66 de cada diente de la plantilla 62 se ajusta perfectamente, sin espacios vacíos, contra el flanco trasero correspondiente 46 de un diente de la corona dentada 42. Por otra parte, como material en los flancos delanteros 44 y los flancos traseros 46 de los dientes de engranaje 42 se desgasta por la interacción con el diente del piñón de engranaje 32, separaciones medibles serán evidentes entre los bordes delanteros 64 y los flancos delanteros 44, y entre los bordes traseros 66 y los flancos traseros 46, cuando la plantilla 60 está montada adyacente a la corona dentada 40. Para mayor claridad en la figura 4, el primer borde 64 y el borde trasero 66 se indican con caracteres de referencia en la figura 4 para sólo dos dientes de la plantilla 62, pero están presentes en cada diente de la plantilla 62 en la realización ejemplar.

En ciertas formas de realización, la plantilla 60 se puede posicionar respecto a un punto de referencia constante en la corona dentada 40. Más específicamente, en ciertas formas de realización, la plantilla 60 se puede posicionar repetidamente en una ubicación coherente con respecto a una dirección axial 100, que se encuentra paralela al eje longitudinal 26 (que se muestra en la figura 2), una dirección radial 102 y una dirección de rotación 104 definidas como se muestra en la figura 5 con respecto a un centro 41 de la corona dentada 40.

En la realización ejemplar, la plantilla 60 incluye al menos una pata 70 que facilita el posicionamiento consistente de la plantilla 60 con respecto a la dirección axial 100. Cada pata 70 está conformada para ponerse en contacto con un extremo respectivo 52 de un diente del engranaje 42 cuando la plantilla 60 se coloca adyacente a la corona dentada 40. Las patas 70 están dimensionadas de tal manera que, cuando las patas 70 están cada una en contacto con un extremo respectivo 52 como se muestra en la figura 5, los dientes de la plantilla 62 se encuentran en una ubicación conocida de dientes de la corona dentada 42 con respecto a la dirección axial 100. En formas de realización alternativas, la plantilla 60 puede, por ejemplo, pero no a modo de limitación, ser alineada visualmente con los extremos 52, o puede tener una forma que facilita el contacto o la alineación visual con un borde axial 54 u otro punto de referencia axial conocido de la corona dentada 40.

Además, en la realización ejemplar, la alineación coherente de la plantilla 60 con respecto a la dirección radial 102 se ve facilitada por una pluralidad de planos inferiores 68 de los dientes de la plantilla 62 que tienen forma de ponerse en contacto con los respectivos planos superiores 48 de los dientes del engranaje 42 cuando la plantilla 60 se instala adyacente a la corona dentada 40. Como se ha descrito anteriormente, durante el funcionamiento normal, no se produce desgaste directo en los dientes de la corona dentada y los planos superiores 48. Como resultado, los planos superiores 48 de los dientes de la corona dentada se encuentran a una distancia radial aproximadamente constante desde el eje longitudinal 26 de la corona dentada 40 durante la vida de la corona dentada 40, y la plantilla 60 puede estar consistentemente situada respecto a la dirección radial, con lo que los dientes 102 poniendo los planos inferiores 68 de los dientes de la plantilla en contacto con los respectivos planos superiores 48 de los dientes de la corona dentada. En formas de realización alternativas, la plantilla 60 puede, por ejemplo, pero no a modo de limitación, tener una forma que facilita el contacto o la alineación visual con los planos inferiores 49 de los dientes de la corona dentada u otro punto de referencia radial conocido de la corona dentada 40.

Además, en la realización ejemplar, la alineación coherente de la plantilla 60 con respecto a la dirección de rotación 104 se facilita mediante la localización de un diente de la corona dentada sin usar 142 dentro de un primer espacio de la plantilla 72 cuando la plantilla 60 se monta adyacente a la corona dentada 40. El primer espacio de la plantilla 72 se selecciona para que sea el espacio definido entre dos dientes adyacentes de la plantilla 62. En el ejemplo de realización, como se muestra en la figura 4, el primer espacio de la plantilla 72 es el espacio definido entre los dos dientes más extremos de la plantilla 62.

Como se ha descrito anteriormente, en el funcionamiento normal en el ejemplo de realización, no se produce desgaste en los dientes de la corona dentada 42 que se encuentran fuera de la porción 50 de la corona dentada 40. El diente de la corona dentada sin usar 142 se selecciona de entre los dientes de la corona dentada 42 que se extiende fuera de la porción 50. Como resultado, el flanco delantero 44 y el flanco posterior 46 del diente de la corona dentada sin usar 142 permanecen sin deformar en una dirección paralela a la dirección de giro 104 durante la vida de la corona dentada 40. Por lo tanto, la plantilla 60 puede estar situada consistentemente con respecto a la dirección de rotación 104 mediante la localización del diente de la corona dentada sin usar 142 dentro del primer espacio de la plantilla 72 cuando la plantilla 60 se monta adyacente a la corona dentada 40. En formas de realización alternativas, la plantilla 60 puede, por ejemplo, pero no a modo de limitación, tener una forma que facilita

el posicionamiento de la plantilla 60 con respecto al contacto o la alineación visual con algún otro punto de referencia de rotación conocida de la corona dentada 40.

La figura 6 es una vista esquemática de un diente de la plantilla 62 ejemplar. En la realización ejemplar, la plantilla de diente 62 tiene indicadores tales como marcas 74, 76, y 78 en el primer borde 64 y/o en el borde trasero 66. La marca 74 está colocada en el diente de la plantilla 62 de tal manera que, cuando la plantilla 60 se coloca adyacente a la corona dentada 40, como se muestra en la figura 5, la marca 74 corresponde a una mitad de la ubicación de la altura del pié en el flanco delantero 44 y/o en el flanco trasero 46 de un diente de la corona dentada 42 adyacente al diente de la plantilla 62. Del mismo modo, la marca 76 se coloca en el diente de la plantilla 62 de tal manera que la marca 76 corresponde a una ubicación de la línea de paso en el flanco delantero 44 y/o en el flanco trasero 46 de un diente de la corona dentada 42 adyacente al diente de la plantilla 62, y la marca 78 se coloca en el diente de la plantilla 62 de tal manera que la marca 78 es correspondiente a una mitad de la ubicación addendum en el flanco delantero 44 y/o en el flanco trasero 46 de un diente de la corona dentada 42 adyacente al diente de la plantilla 62. En formas de realización alternativas, las marcas 74, 76, y 78 están posicionadas en diferentes ubicaciones a lo largo de borde delantero 64 y/o en el borde trasero 66, y/o se utiliza un número diferente de marcas. Las marcas 74, 76 y 78 facilitan la medición del desgaste de los dientes de la corona dentada 42 en las ubicaciones correspondientes que sean coherentes en cada diente de la corona dentada 42. Por ejemplo, pero no a modo de limitación, se puede insertar un calibre de espesores (no mostrado) entre plantilla de diente 62 y un diente de corona dentada adyacente 42 en la marca 76 para medir el desgaste de un diente de la corona dentada 42 en la línea de paso.

También con referencia a la figura 6, en la realización ejemplar, un radio 80 se define en la base de la primera línea 64 y el borde trasero 66. Cuando la plantilla 60 se coloca adyacente a la corona dentada 40, como se muestra en la figura 5, el radio 80 facilita evitar una interferencia de la plantilla 60 con algunas deformidades o salientes (no mostradas) que puedan haberse formado en un borde entre el plano superior 48 y un flanco delantero 44 y/o un flanco trasero 46 de un diente de la corona dentada 42.

La figura 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento 200 ejemplar para la medición de un desgaste en los flancos de un diente de la corona dentada 42 usando la plantilla 60. En el procedimiento 200 ejemplar, el usuario (no mostrado) que realiza las mediciones de desgaste 202 posiciona la plantilla 60 adyacente a la corona dentada 40 de tal manera que una primera plantilla de diente 62 es adyacente a un primer diente del engranaje 42. El usuario ajusta la posición 204 de la plantilla 60 en la dirección de giro 104 con respecto a un punto de referencia de rotación conocido de la corona dentada 40. Por ejemplo, con referencia a las figuras 4 y 5, el usuario ajusta la posición 204 de la plantilla 60 de tal manera que el diente de la corona dentada sin usar 142 se encuentra dentro del primer espacio de la plantilla 72. Además, el usuario ajusta la posición 206 de la plantilla 60 en la dirección axial 100 con respecto a un punto de referencia axial conocido de la corona dentada 40. Por ejemplo, el usuario ajusta la posición 206 de la plantilla 60 de tal manera que al menos una pata 70 entre en contacto con un extremo respectivo 52 de un diente del engranaje 42. El usuario ajusta aún más la posición 208 de la plantilla 60 en la dirección radial 102 con respecto a un punto de referencia radial conocido de la corona dentada 40. Por ejemplo, el usuario ajusta la posición 208 de la plantilla 60 de tal manera que cada plantilla de diente de plano inferior 68 esté en contacto con un respectivo plano superior del diente de corona dentada 48. El usuario a continuación, mide 210 una extensión de un hueco, si la hay, entre el borde delantero 64 de la primera plantilla de diente 62 y el correspondiente flanco delantero 44 de la primera diente de la corona dentada 42, y/o entre un borde trasero 66 de la primera plantilla de diente 62 y un flanco trasero correspondiente 46 del primer diente de la corona dentada 42. Por ejemplo, el usuario 210 mide la extensión de la brecha mediante la inserción de un calibre de espesores (no mostrado) entre el borde delantero 64 y el correspondiente flanco delantero 44, y/o entre un borde trasero 66 y un flanco trasero correspondiente 46. Como se ha descrito anteriormente, la separación medida corresponde a un desgaste de material en el flanco delantero 44 y/o en el flanco trasero 46 del primer diente del engranaje 42 a través de la interacción con los dientes de engranaje de piñón 32.

Ejemplos de realización de procedimientos y dispositivos para medir el desgaste del diente del engranaje se han descrito anteriormente en detalle. Los procedimientos y dispositivos no se limitan a las realizaciones específicas descritas en este documento, sino más bien, los componentes de los sistemas y/o pasos de los procedimientos se pueden utilizar de forma independiente y por separado de otros componentes y/o pasos descritos en este documento. Por ejemplo, las etapas de los procedimientos se pueden realizar en cualquier orden apropiado, y los procedimientos también pueden usarse en combinación con los engranajes en otras aplicaciones, y no están limitados a la práctica sólo con una corona dentada de una turbina eólica tal como se describe en este documento. Más bien, el ejemplo de realización se puede implementar y utilizar en conexión con muchas otras aplicaciones de engranajes.

Aunque la invención ha sido descrita en términos de diversas realizaciones específicas, los expertos en la técnica reconocerán que la invención puede ponerse en práctica con modificaciones dentro del espíritu y alcance de las reivindicaciones.

La presente descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferente, y también para permitir que cualquier persona experta en la materia ponga en práctica la invención, incluyendo la realización y el uso de dispositivos o sistemas y la realización de cualquiera de los procedimientos incorporados. El alcance

patentable de la invención está definido en las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia. Dichos otros ejemplos están concebidos para estar comprendidos dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales de palabras literales de las reivindicaciones.

5

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para medir una cantidad de desgaste en un flanco de un diente del engranaje, comprendiendo dicho procedimiento:

5 colocar una plantilla (60) que comprende una primera plantilla de diente (62) adyacente a un engranaje (40) que comprende un primer diente del engranaje (42);

 ajustar la posición de la plantilla (60) en una dirección de rotación (104) con respecto a un punto de referencia de rotación conocido del engranaje (40);

 ajustar la posición de la plantilla (60) en una dirección axial (100) con respecto a un punto de referencia axial conocido del engranaje (40);

10 ajustar la posición de la plantilla (60) en una dirección radial (102) con respecto a un punto de referencia radial conocido del engranaje (40); y

 medir una extensión de una separación entre un borde (64, 66) de la primera plantilla de diente (62) y un flanco adyacente (44, 46) del primer diente del engranaje (42), correspondiendo la brecha a la cantidad de desgaste en el flanco; y **caracterizado porque:**

15 la plantilla (60) también comprende un segundo diente de la plantilla, un tercer diente de la plantilla, y un primer espacio de la plantilla (72) definido entre los mismos, y el engranaje (40) comprende, además, un diente del engranaje no usado, comprendiendo dicho ajuste de la posición de la plantilla en la dirección de rotación (104) con respecto al punto de referencia de rotación conocida del engranaje (40) la colocación del diente de la corona dentada no usado dentro del primer espacio de la plantilla (72).

20

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho ajuste de la posición de la plantilla (60) en la dirección de rotación (104) con respecto al punto de referencia de rotación del engranaje conocido comprende alinear visualmente la plantilla con el punto de referencia de rotación conocido del engranaje (40).

25 3. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la plantilla (60) comprende al menos una pata (70) y el engranaje (40) comprende un segundo diente del engranaje, comprendiendo dicho ajuste de la posición de la plantilla (60) en la dirección axial (100) respecto al punto de referencia axial conocido del engranaje el ajuste de la posición de la plantilla (60), de tal manera que la al menos una pata (70) está en contacto con un extremo del segundo diente del engranaje.

30 4. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho ajuste de la posición de la plantilla (60) en la dirección axial (100) con respecto al punto de referencia axial conocido del engranaje (40) comprende alinear visualmente la plantilla (60) con un borde axial del engranaje (40).

35 5. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el primer diente del engranaje (62) comprende un plano superior (48) y el primer diente de la plantilla comprende un plano inferior (68), comprendiendo dicho ajuste de la posición de la plantilla (60) en la dirección radial (102) respecto al punto de referencia radial conocido de la rueda dentada (40) el ajuste de la posición de la plantilla (60) en la dirección radial (102), de tal manera que el plano inferior del diente de la primera plantilla (68) contacta con el plano superior del primer diente del engranaje (48).

40 6. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha medición de una medida de la distancia entre el borde (64, 66) de la primera plantilla de diente (62) y un flanco adyacente (44, 46) del primer diente del engranaje comprende insertar un calibre de espesores en la separación en una ubicación definida por una marca en la primera plantilla de diente (62).

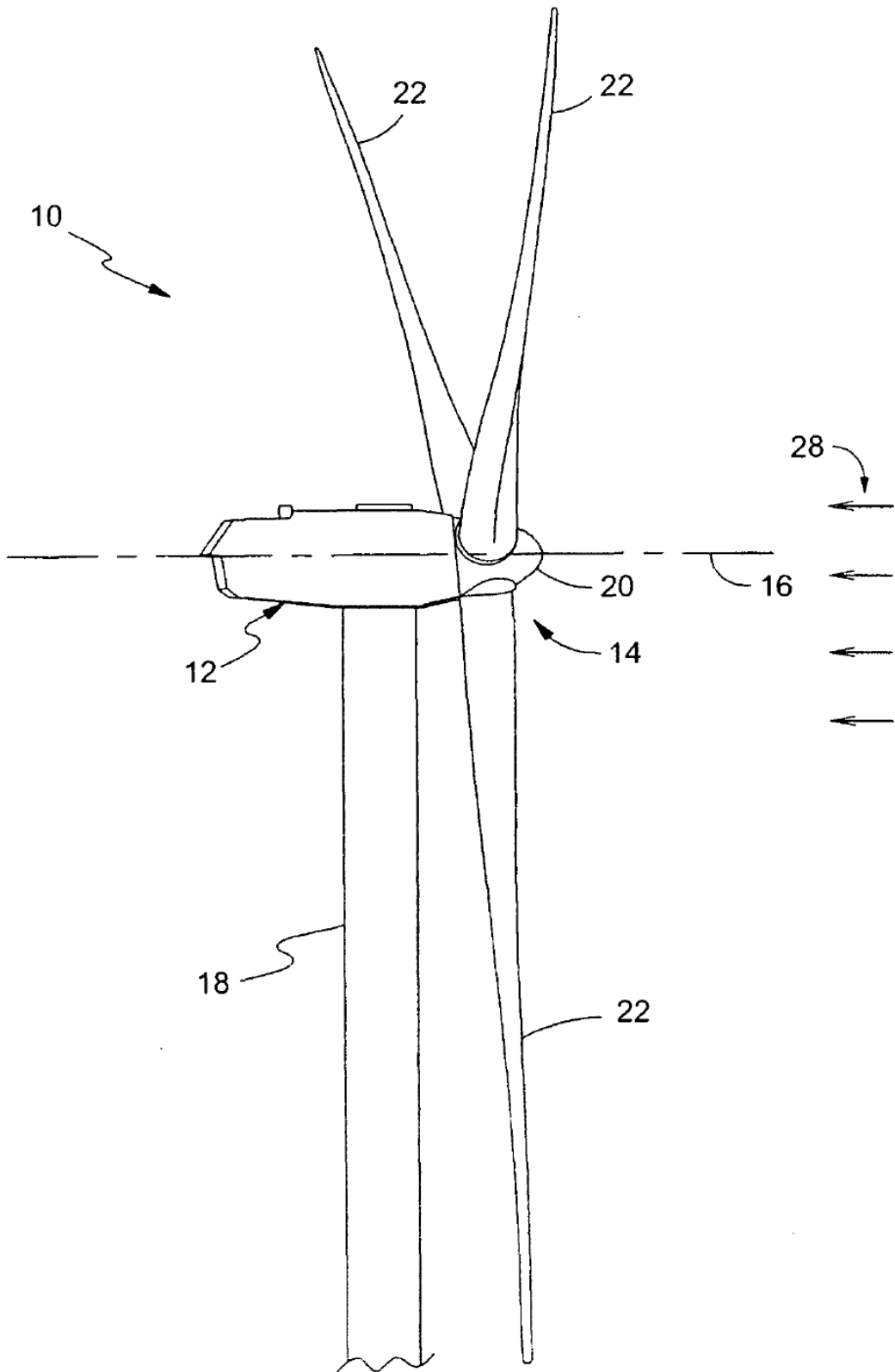


FIG. 1

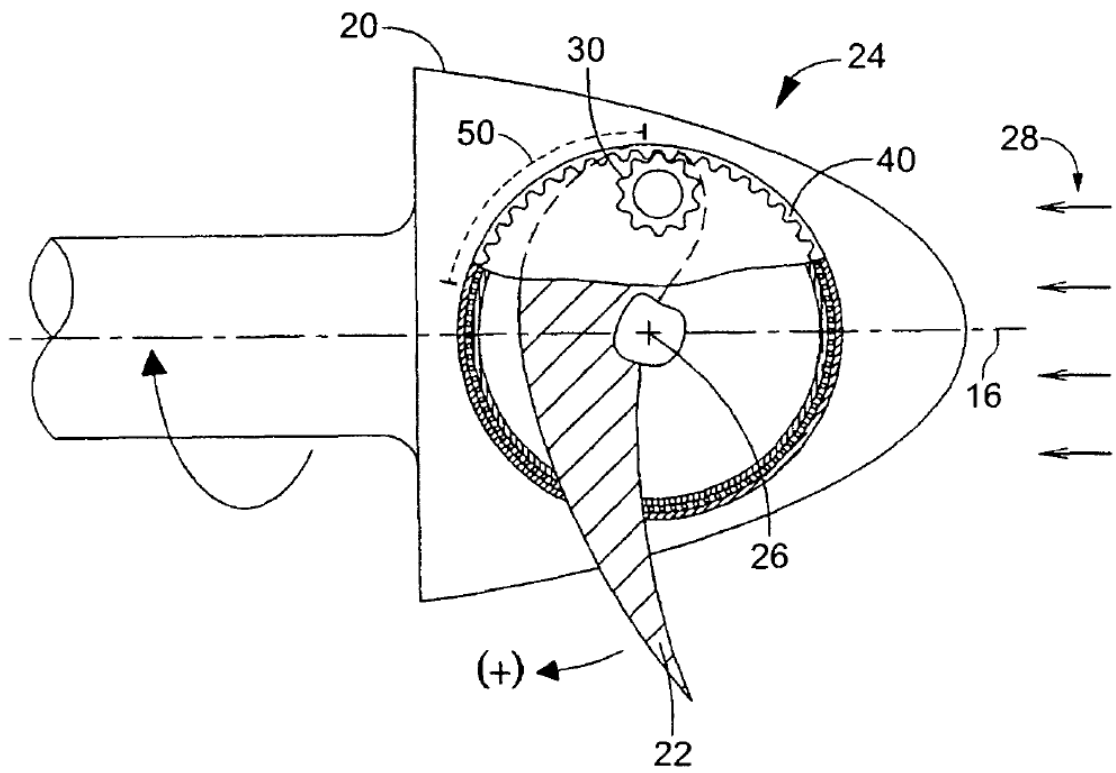


FIG. 2

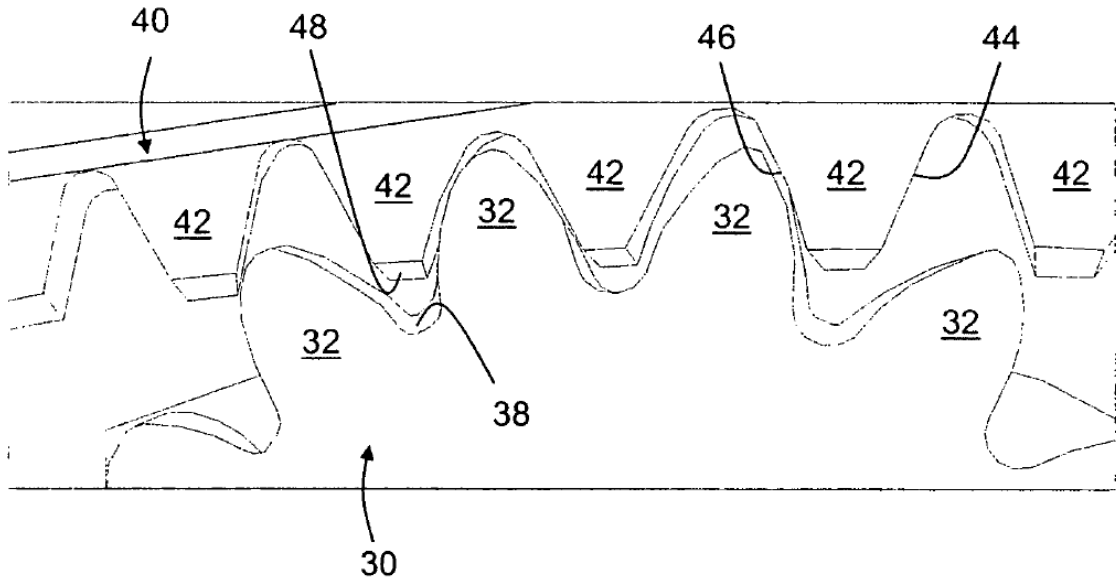


FIG. 3

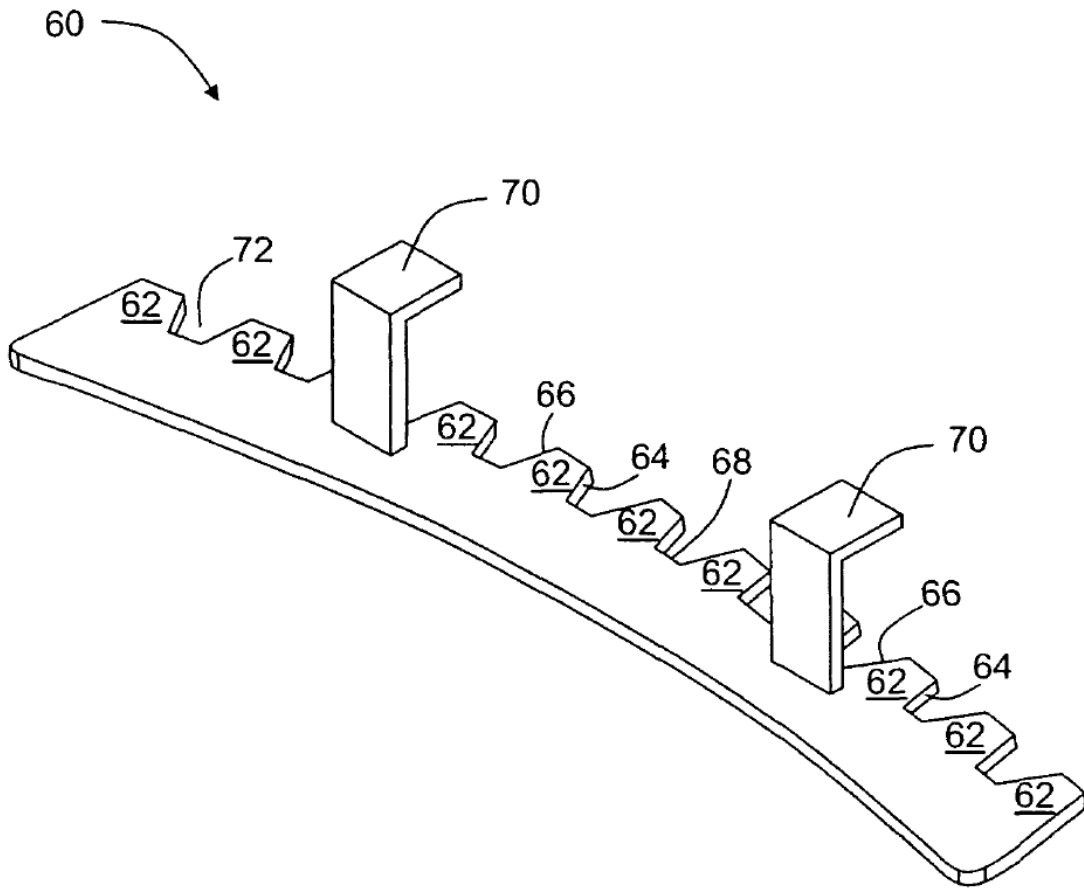


FIG. 4

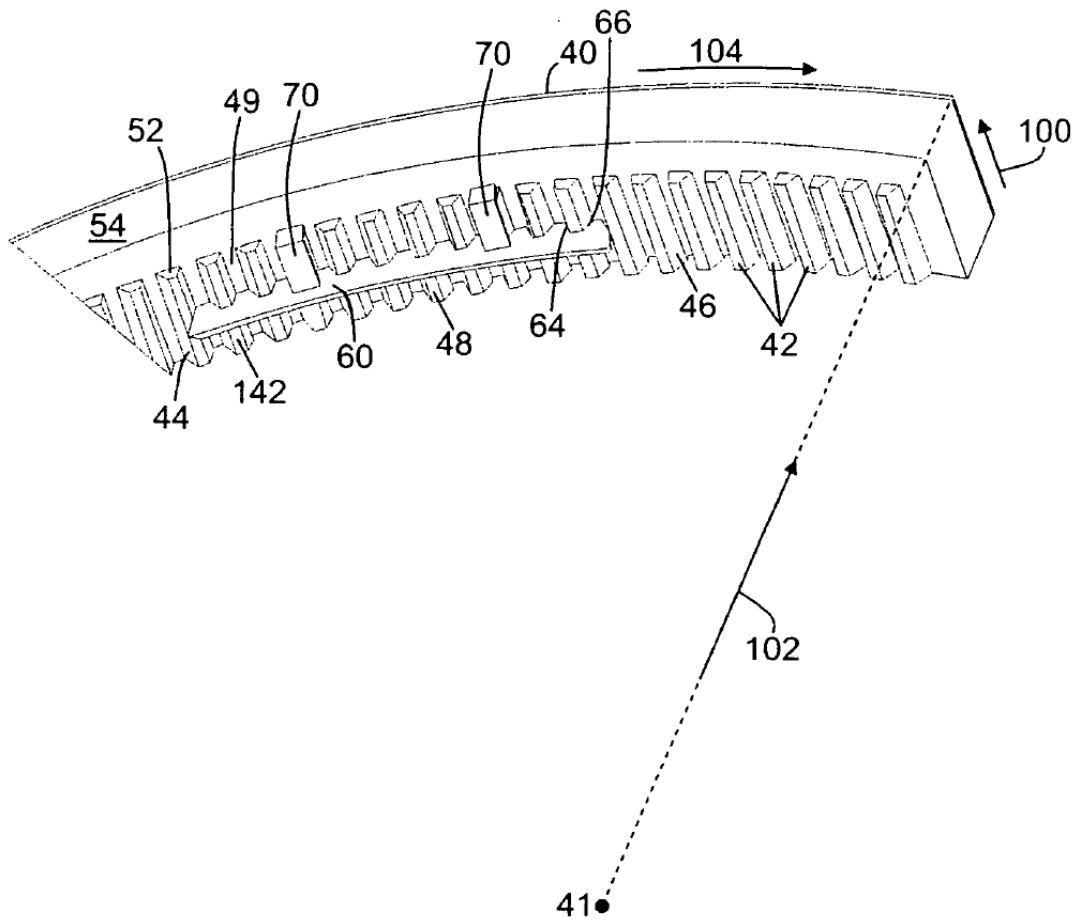


FIG. 5

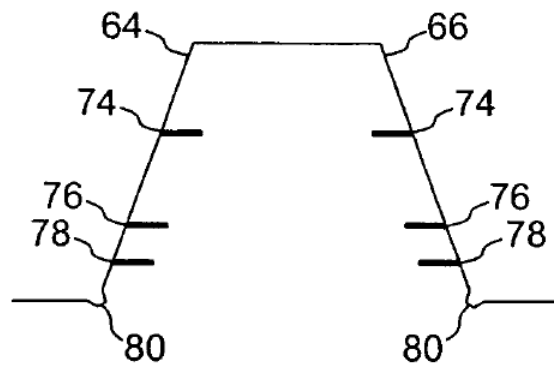


FIG. 6

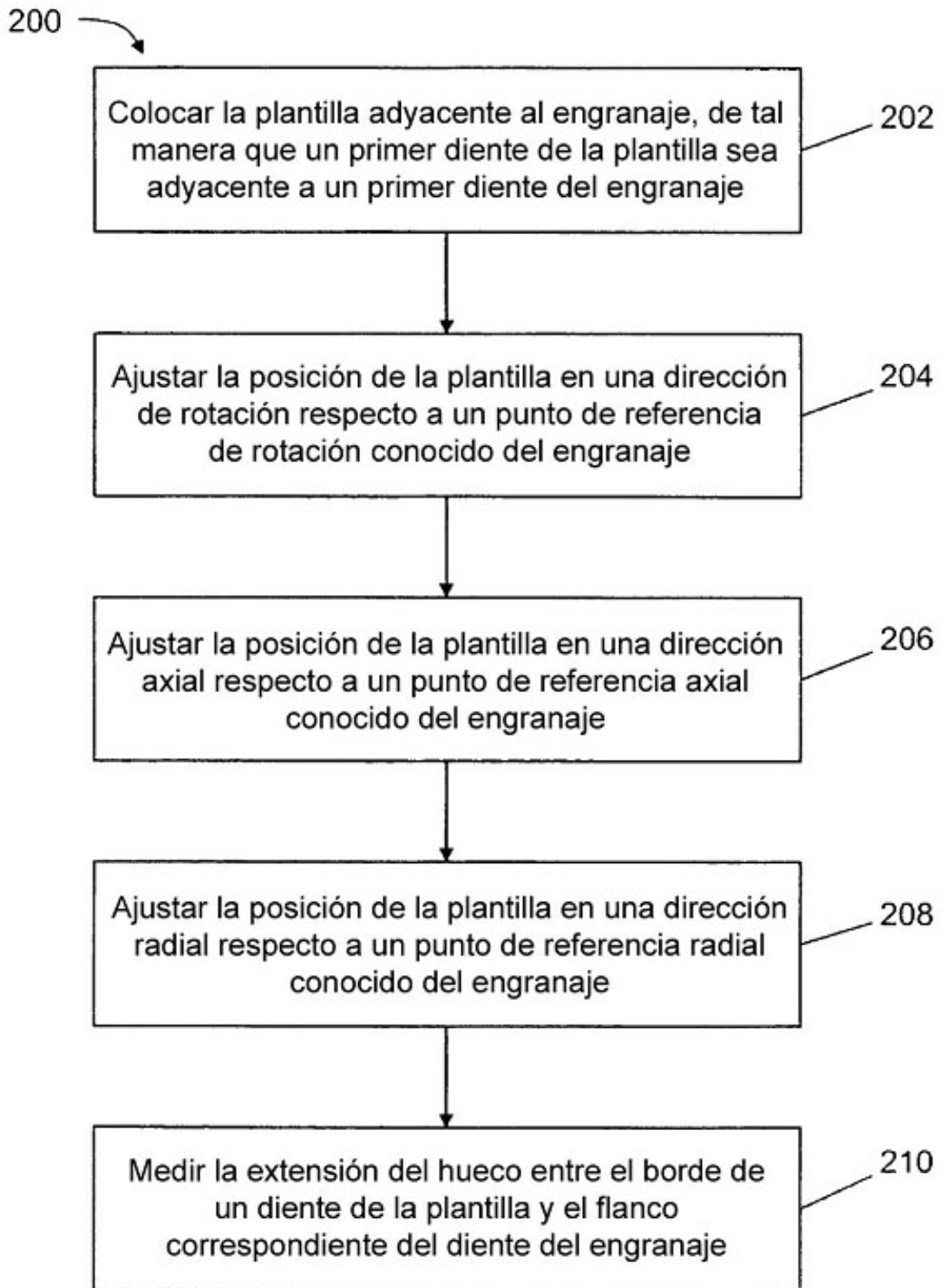


FIG. 7