

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 265**

51 Int. Cl.:

F16H 57/04 (2006.01)

F16N 39/04 (2006.01)

F16N 7/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2011** **E 11182328 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016** **EP 2573428**

54 Título: **Unidad de engranaje y método para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.06.2017

73 Titular/es:

MOVENTAS GEARS OY (100.0%)
Vesangantie 1, P.O. Box 158
40101 Jyväskylä, FI

72 Inventor/es:

UUSITALO, KARI y
ELFSTRÖM, JUKKA

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 620 265 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

Unidad de engranaje y método para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje

Campo de la invención

5 La invención se refiere a una unidad de engranaje y a un método para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje. Además, la invención se refiere a un programa informático para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje.

Antecedentes

10 Un sistema de lubricación de una unidad de engranaje comprende normalmente una bomba de lubricación que está dispuesta para hacer circular aceite lubricante a través de una etapa de engranaje o etapas de engranaje de la unidad de engranaje y a través de los cojinetes de la unidad de engranaje. Como la viscosidad del aceite lubricante depende extremadamente de la temperatura, la bomba de lubricación ha de diseñarse y hacerse funcionar de modo que la bomba de lubricación no se dañe incluso si el aceite lubricante está frío y por tanto su viscosidad es relativamente alta.

15 En principio, es posible precalentar el aceite lubricante de modo que el aceite lubricante esté, en todas las circunstancias, lo suficientemente caliente como para bombearse del mismo modo que durante el uso normal de la unidad de engranaje. Sin embargo, un precalentamiento de modo que el aceite lubricante también esté en circunstancias de comienzo frías lo suficientemente caliente como para bombearse del mismo modo que en el uso normal, tarda tiempo y consume energía antes de que la unidad de engranaje esté lista para su uso. Por tanto, la bomba de lubricación normalmente se hace rotar con un par de torsión y velocidad inferiores en las circunstancias de comienzo frías que en el uso normal.

20 Existe, sin embargo, un compromiso entre el tiempo requerido para el proceso de comienzo frío y un riesgo de fallo y también el desgaste de la bomba de lubricación de modo que los límites superiores mayores del par de torsión y la velocidad de rotación durante el proceso de comienzo frío llevan a un proceso de comienzo frío más corto pero también a un aumento del riesgo de fallo y un aumento de desgaste de la bomba de lubricación. Para mantener el riesgo de fallo así como el desgaste de la bomba de lubricación a un nivel suficientemente bajo, se necesita un margen de seguridad al seleccionar el límite de par de torsión y el límite de velocidad de rotación que van a usarse durante el proceso de comienzo frío. Sin embargo, esto puede conducir ocasionalmente a una situación en la que la duración temporal del proceso de comienzo frío es insatisfactoriamente larga.

25 La publicación US2011204633 describe un método de comienzo para una máquina rotativa que incluye un árbol principal, un cojinete principal que soporta de manera rotativa el árbol principal y una bomba de lubricación para hacer circular lubricante a través del cojinete principal. El método de comienzo incluye etapas de: hacer rotar el árbol principal para elevar la temperatura del cojinete principal en un estado en el que la bomba de lubricación no se hace funcionar; y hacer funcionar la bomba de lubricación para comenzar el suministro del lubricante al cojinete principal tras la etapa de elevar la temperatura del cojinete principal. Sin embargo, junto con muchas unidades de engranaje y otras máquinas rotativas no es posible o al menos no se recomienda hacer rotar una máquina cuando no se hace funcionar una bomba de lubricación de la máquina.

Sumario

30 A continuación se presenta un sumario simplificado para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de diversas realizaciones de la invención. El sumario no es un resumen exhaustivo de la invención. No pretende identificar elementos clave o críticos de la invención ni limitar el alcance de la invención. El siguiente sumario simplemente presenta algunos conceptos de la invención de forma simplificada como un prelude a una descripción más detallada de realizaciones a modo de ejemplo de la invención.

35 En este documento se usa la expresión rueda de engranaje para referirse a una pieza de máquina rotativa dentada. Dos o más ruedas de engranaje engranadas constituyen una etapa de engranaje. En este documento, el término engranaje como tal se refiere a un sistema mecánico que tiene un primer árbol y un segundo árbol, entre los que una o más etapas de engranaje proporcionan conversiones de velocidad y par de torsión y/o un cambio en una dirección de un eje de rotación. Una unidad de engranaje comprende un engranaje propiamente dicho y puede comprender sistemas de aumento auxiliares, tales como disposiciones de instrumentación, control y lubricación.

Según el primer aspecto de la presente invención, se proporciona una nueva unidad de engranaje que comprende:

- 50
- un primer árbol y un segundo árbol para la conexión a un sistema mecánico externo
 - al menos una etapa de engranaje entre los árboles primero y segundo,
 - una bomba de lubricación para hacer circular aceite lubricante a través de la al menos una etapa de engranaje y cojinetes de la unidad de engranaje,

- un sensor de temperatura para medir la temperatura del aceite lubricante y suministrar una señal de temperatura representativa de la misma,
- un motor eléctrico para accionar la bomba de lubricación, y
- un dispositivo eléctrico para energizar y controlar el motor eléctrico de modo que el par de torsión dirigido a la bomba de lubricación está por debajo de un límite de par de torsión,

en la que el dispositivo eléctrico está dispuesto para cambiar el límite de par de torsión en respuesta a cambios de la señal de temperatura.

Como el par de torsión máximo permisible dirigido a la bomba de lubricación se cambia en respuesta a cambios de la temperatura medida del aceite lubricante y por tanto el límite de par de torsión puede cambiarse de manera dinámica según la temperatura medida, es posible proteger la bomba de lubricación contra fallos mecánicos durante un proceso de comienzo frío de modo que puede evitarse una limitación de par de torsión innecesariamente estricta, que ralentizaría el proceso de comienzo frío. Por tanto, la presente invención resuelve un problema técnico que está presente en muchas unidades de engranaje de la técnica anterior en las que se usa un límite de par de torsión fijo durante un proceso de comienzo frío, y por tanto el compromiso entre el tiempo requerido para el proceso de comienzo frío y el riesgo de fallo y el desgaste de la bomba de lubricación es más inconveniente.

En una unidad de engranaje según una realización ventajosa y a modo de ejemplo de la invención, el dispositivo eléctrico está dispuesto además para controlar el motor eléctrico de modo que la velocidad de rotación de la bomba de lubricación está por debajo de un límite de velocidad, y para cambiar el límite de velocidad en respuesta a cambios de la señal de temperatura. En la unidad de engranaje según esta realización de la presente invención, tanto el par de torsión máximo permisible como la velocidad de rotación máxima permisible se determinan basándose en la temperatura medida del aceite lubricante. Esta disposición posibilita proteger la bomba de lubricación contra fallos mecánicos durante un proceso de comienzo frío de modo que pueden evitarse limitaciones de par de torsión y velocidad estrictas, que ralentizarían el proceso de comienzo frío.

La bomba de lubricación puede accionarse, a modo de ejemplo pero no necesariamente, mediante un motor de corriente alterna, por ejemplo un motor de inducción, alimentado con un convertidor de frecuencia estático. En este caso, la limitación de par de torsión puede implementarse con una limitación de corriente y la limitación de velocidad puede implementarse con una limitación de frecuencia.

Según el segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un nuevo método para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje. El método comprende:

- medir la temperatura de aceite lubricante circulado por la bomba de lubricación,
- controlar un motor eléctrico que acciona la bomba de lubricación de modo que el par de torsión dirigido a la bomba de lubricación está por debajo de un límite de par de torsión, y
- cambiar el límite de par de torsión en respuesta a cambios de la temperatura medida del aceite lubricante.

Según el tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un nuevo programa informático para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje. El programa informático comprende instrucciones ejecutables por ordenador para controlar un procesador programable para:

- suministrar un límite de par de torsión a un sistema eléctrico que acciona la bomba de lubricación, indicando el límite de par de torsión el par de torsión máximo permisible dirigido a la bomba de lubricación, y
- cambiar el límite de par de torsión en respuesta a cambios de una señal representativa de la temperatura medida de aceite lubricante.

Un producto de programa informático según la invención comprende un medio legible por ordenador no volátil, por ejemplo un disco compacto ("CD"), codificado con un programa informático según la invención.

Se describen numerosas realizaciones a modo de ejemplo de la invención en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

Diversas realizaciones a modo de ejemplo de la invención en relación tanto con construcciones como con métodos de funcionamiento, junto con objetos y ventajas adicionales de las mismas, se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción de realizaciones a modo de ejemplo específicas cuando se lea en relación con los dibujos adjuntos.

El verbo "comprender" se usa en este documento como una limitación abierta que ni excluye ni requiere la existencia de características no enunciadas. Las características enunciadas en las reivindicaciones dependientes pueden combinarse de manera mutuamente libre a no ser que se especifique lo contrario de manera explícita.

Breve descripción de las figuras

Las realizaciones a modo de ejemplo de la invención y sus ventajas se explican en mayor detalle a continuación en el sentido de ejemplos y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra una ilustración esquemática de una unidad de engranaje según una realización de la invención, y

5 la figura 2 muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de la invención para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje.

Descripción de las realizaciones

La figura 1 muestra una ilustración esquemática de una unidad de engranaje 100 según una realización ventajosa a modo de ejemplo de la invención. La unidad de engranaje comprende un primer árbol 101 y un segundo árbol 102 para la conexión a un sistema mecánico externo. El sistema mecánico externo puede comprender, por ejemplo pero no necesariamente, una turbina eólica que puede conectarse al árbol 101 y un generador que puede contarse al árbol 102, es decir la unidad de engranaje puede ser por ejemplo una unidad de engranaje adecuada para una aplicación de energía eólica. La unidad de engranaje comprende al menos una etapa de engranaje 103 entre los árboles 101 y 102. La al menos una etapa de engranaje puede comprender, por ejemplo, una o más etapas de engranaje planetario, una o más etapas de engranaje cilíndrico y/o una o más etapas de engranaje cónico, o una combinación de etapas de engranaje del tipo mencionado anteriormente. La unidad de engranaje comprende una bomba de lubricación 104 para hacer circular aceite lubricante a través de la al menos una etapa de engranaje y cojinetes 109 de la unidad de engranaje. La bomba de lubricación puede ser, por ejemplo, una bomba de tipo engranaje. En el caso a modo de ejemplo mostrado en la figura 1, la unidad de engranaje comprende un tanque de aceite 110 que constituye una parte de una trayectoria de circulación del aceite lubricante. También es posible que haya un sumidero de aceite 106 que constituye, en lugar de o además del tanque de aceite 110, un depósito para el aceite lubricante. La unidad de engranaje comprende un sensor de temperatura 105 para medir la temperatura del aceite lubricante y suministrar una señal de temperatura representativa de la temperatura medida. El sensor de temperatura está preferiblemente dispuesto para medir la temperatura del aceite lubricante desde una entrada de la bomba de lubricación 104. Sin embargo, también es posible medir la temperatura desde, por ejemplo, el tanque de aceite 110. Además, también es posible medir la temperatura del aceite lubricante de un modo indirecto midiendo la temperatura del tubo de entrada de la bomba de lubricación o midiendo la temperatura de la propia bomba de lubricación. La unidad de engranaje comprende un motor eléctrico 107 para accionar la bomba de lubricación 104, y un dispositivo eléctrico 108 para energizar y controlar el motor eléctrico de modo que el par de torsión dirigido a la bomba de lubricación está por debajo de un límite de par de torsión. El dispositivo eléctrico 108 está dispuesto para cambiar el límite de par de torsión en respuesta a cambios de la señal de temperatura de modo que el límite de par de torsión se cambia de manera dinámica según la temperatura medida del aceite lubricante. La velocidad de rotación de la bomba de lubricación depende de las características de par de torsión-velocidad de la bomba de lubricación a temperatura y presión actuales del aceite lubricante bombeándose. La velocidad de rotación de la bomba de lubricación 104 está preferiblemente limitada para que esté por debajo de un límite de velocidad.

En una unidad de engranaje según una realización de la invención, el dispositivo eléctrico 108 está dispuesto para aumentar el límite de par de torsión en respuesta a un aumento de la temperatura del aceite lubricante cuando la temperatura del aceite lubricante está por debajo de un punto en el que la capacidad de lubricación del aceite lubricante es la mejor, es decir el aumento de la capacidad de lubricación debido al aumento de la temperatura se utiliza aumentando el par de torsión para acortar el proceso de comienzo frío.

En una unidad de engranaje según una realización de la invención, el dispositivo eléctrico 108 está dispuesto para cambiar el límite de velocidad en respuesta a cambios de la señal de temperatura. Por tanto, tanto el par de torsión máximo permisible como la velocidad de rotación máxima permisible pueden cambiarse de manera dinámica según la temperatura medida del aceite lubricante.

45 En una unidad de engranaje según otra realización de la invención, el dispositivo eléctrico 108 está dispuesto para aumentar el límite de velocidad y disminuir el límite de par de torsión en respuesta a un aumento de la temperatura del aceite lubricante. Por tanto, el límite superior de la potencia mecánica dirigida a la bomba de lubricación puede mantenerse sustancialmente constante cuando el aceite lubricante se calienta. El hecho de que haya un límite superior de la potencia mecánica puede utilizarse al dimensionar el motor eléctrico 107 y el dispositivo eléctrico 108.

50 En conjunción con unidades de engranaje según determinadas realizaciones de la invención, el intervalo de temperatura del aceite lubricante se divide en una pluralidad de subintervalos sucesivos. En una unidad de engranaje según una realización de la invención, el dispositivo eléctrico 108 está dispuesto para usar un límite de par de torsión específico de subintervalo para cada uno de los subintervalos. En una unidad de engranaje según una realización de la invención, el dispositivo eléctrico 108 está dispuesto para usar un límite de par de torsión específico de subintervalo y también un límite de velocidad específico de subintervalo para cada uno de los subintervalos. Los subintervalos sucesivos pueden estar por ejemplo: por debajo de -10°C, -10°C...+10°C, +10°C...+40°C, por encima de +40°C.

En una unidad de engranaje según una realización de la invención, el dispositivo eléctrico 108 está dispuesto para

activar un elemento de calentamiento de aceite 112 para calentar el aceite lubricante cuando la temperatura medida del aceite lubricante está por debajo de un primer límite de temperatura predeterminado, por ejemplo +40°C.

5 En una unidad de engranaje según una realización de la invención, el dispositivo eléctrico 108 está dispuesto para activar el elemento de calentamiento de aceite 112 para calentar el aceite lubricante y también un elemento de calentamiento de bomba 113 para calentar la bomba de lubricación 104 cuando la temperatura medida del aceite lubricante está por debajo de un segundo límite de temperatura predeterminado, por ejemplo -10°C, que es inferior al primer límite de temperatura.

10 En una unidad de engranaje según una realización de la invención, el dispositivo eléctrico 108 está dispuesto para activar un soplador 115 de un elemento de enfriamiento de aceite 114 para enfriar el aceite lubricante cuando la temperatura medida del aceite lubricante está por encima de un tercer límite de temperatura predeterminado, por ejemplo +50°C, que es superior a los límites de temperatura primero y segundo.

15 En una unidad de engranaje según una realización de la invención, el motor eléctrico 107 es un motor de corriente alterna y el dispositivo eléctrico 108 comprende un convertidor de frecuencia dispuesto para suministrar energía eléctrica al motor eléctrico. El motor de corriente alterna puede ser, por ejemplo, un motor de inducción trifásico. En el caso a modo de ejemplo mostrado en la figura 1, el dispositivo eléctrico 108 se suministra mediante una red de energía eléctrica trifásica 116. El convertidor de frecuencia puede disponerse para implementar la limitación del par de torsión de modo que la amplitud o el valor efectivo, por ejemplo la media cuadrática ("RMS"), de la corriente del motor eléctrico está por debajo de un límite de corriente y para implementar la limitación de la velocidad de rotación de la bomba de lubricación de modo que la frecuencia de la tensión de suministro del motor eléctrico está por debajo de un límite de frecuencia. Puede lograrse un control más preciso del par de torsión cuando el convertidor de frecuencia está dispuesto para aplicar un principio de control de vector en el que se controlan tanto las amplitudes como las fases instantáneas de las tensiones y corrientes del motor eléctrico en lugar de controlar solamente las amplitudes y la frecuencia. También es posible que el motor eléctrico 107 sea un motor de corriente continua ("CC") en cuyo caso el dispositivo eléctrico 108 puede comprender por ejemplo un puente de tiristor para energizar y controlar el motor de corriente continua.

Una unidad de engranaje según una realización de la invención comprende un elemento de filtro 117 para eliminar impurezas del aceite lubricante.

30 Una unidad de engranaje según una realización de la invención comprende un elemento sensor 118 para monitorizar la condición del aceite lubricante. El elemento sensor puede responder, por ejemplo, al grado de pureza del aceite lubricante y/o al contenido de agua del aceite lubricante.

La figura 2 muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de la invención para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje. El método comprende:

- acción 201: medir la temperatura de aceite lubricante circulado por la bomba de lubricación,
- 35 - acción 202: controlar un motor eléctrico que acciona la bomba de lubricación de modo que el par de torsión dirigido a la bomba de lubricación está por debajo de un límite de par de torsión, y
- acción 203: cambiar el límite de par de torsión en respuesta a cambios de la temperatura medida del aceite lubricante.

40 Un método según una realización de la invención comprende aumentar el límite de par de torsión en respuesta a un aumento de la temperatura del aceite lubricante cuando la temperatura del aceite lubricante está por debajo de un punto en el que la capacidad de lubricación del aceite lubricante es la mejor, es decir el aumento de la capacidad de lubricación debido al aumento de la temperatura se utiliza aumentando el par de torsión para acortar el proceso de comienzo frío.

45 Un método según una realización de la invención comprende controlar el motor eléctrico de modo que el par de torsión dirigido a la bomba de lubricación está por debajo del límite de par de torsión y la velocidad de rotación de la bomba de lubricación está por debajo de un límite de velocidad, y cambiar el límite de par de torsión y el límite de velocidad en respuesta a cambios de la temperatura medida del aceite lubricante.

50 En un método según una realización de la invención, el límite de velocidad aumenta y el límite de par de torsión disminuye en respuesta a un aumento de la temperatura del aceite lubricante. Por tanto, el límite superior de la potencia mecánica dirigida a la bomba de lubricación puede mantenerse sustancialmente constante cuando se calienta el aceite lubricante.

En un método según una realización de la invención, un intervalo de la temperatura del aceite lubricante se divide en una pluralidad de subintervalos sucesivos, y un límite de par de torsión específico de subintervalo se usa para cada uno de los subintervalos.

En un método según una realización de la invención, el intervalo de la temperatura del aceite lubricante se divide en

la pluralidad de los subintervalos sucesivos, y el límite de par de torsión específico de subintervalo y un límite de velocidad específico de subintervalo se usan para cada uno de los subintervalos.

5 En un método según una realización de la invención, el motor eléctrico es un motor de corriente alterna y el par de torsión se limita limitando la amplitud o el valor efectivo de la corriente del motor eléctrico para que esté por debajo de un límite de corriente, y la velocidad de rotación de la bomba de lubricación se limita limitando la frecuencia de la tensión de suministro del motor eléctrico para que esté por debajo de un límite de frecuencia.

En un método según una realización de la invención, la temperatura del aceite lubricante se mide desde una entrada de la bomba de lubricación.

10 Un programa informático según una realización de la invención comprende módulos de software para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje. Los módulos de software comprenden instrucciones ejecutables por ordenador para controlar un procesador programable para:

- suministrar un límite de par de torsión a un sistema eléctrico que acciona la bomba de lubricación, indicando el límite de par de torsión el par de torsión máximo permisible dirigido a la bomba de lubricación, y
- 15 - cambiar el límite de par de torsión en respuesta a cambios de una señal representativa de la temperatura medida de aceite lubricante.

Los módulos de software pueden ser, por ejemplo, subrutinas y funciones generadas con un lenguaje de programación adecuado.

20 Un producto de programa informático según una realización de la invención comprende un medio legible por ordenador, por ejemplo un disco compacto ("CD"), codificado con un programa informático según una realización de la invención.

Una señal según una realización de la invención se codifica para llevar información que define un programa informático según una realización de la invención.

25 Los ejemplos específicos proporcionados en la descripción dada anteriormente no deben considerarse como limitativos. Por tanto, la invención no se limita simplemente a las realizaciones descritas anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Unidad de engranaje (100) que comprende:
 - un primer árbol (101) y un segundo árbol (102) para la conexión a un sistema mecánico externo,
 - al menos una etapa de engranaje (103) entre los árboles primero y segundo,
- 5
 - una bomba de lubricación (104) para hacer circular aceite lubricante a través de la al menos una etapa de engranaje y cojinetes (109) de la unidad de engranaje,
 - un sensor de temperatura (105) para medir la temperatura del aceite lubricante y suministrar una señal de temperatura representativa de la misma,
 - un motor eléctrico (107) para accionar la bomba de lubricación, y
- 10
 - un dispositivo eléctrico (108) para energizar y controlar el motor eléctrico de modo que el par de torsión dirigido a la bomba de lubricación está por debajo de un límite de par de torsión,

caracterizada porque el dispositivo eléctrico está dispuesto para cambiar el límite de par de torsión en respuesta a cambios de la señal de temperatura.
- 15
 - 2. Unidad de engranaje según la reivindicación 1, en la que el dispositivo eléctrico está dispuesto para controlar el motor eléctrico de modo que la velocidad de rotación de la bomba de lubricación está por debajo de un límite de velocidad, y para cambiar el límite de velocidad en respuesta a cambios de la señal de temperatura.
- 20
 - 3. Unidad de engranaje según la reivindicación 2, en la que el dispositivo eléctrico está dispuesto para aumentar el límite de velocidad y disminuir el límite de par de torsión en respuesta a un aumento de la temperatura del aceite lubricante.
- 25
 - 4. Unidad de engranaje según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que un intervalo de la temperatura del aceite lubricante comprende una pluralidad de subintervalos sucesivos, y el dispositivo eléctrico está dispuesto para usar un límite de par de torsión específico de subintervalo para cada uno de los subintervalos.
- 30
 - 5. Unidad de engranaje según la reivindicación 4, en la que los subintervalos sucesivos están: por debajo de -10°C, -10°C...+10°C, +10°C...+40°C, por encima de +40°C.
- 35
 - 6. Unidad de engranaje según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que el motor eléctrico es un motor de corriente alterna y el dispositivo eléctrico comprende un convertidor de frecuencia dispuesto para suministrar energía eléctrica al motor eléctrico.
- 40
 - 7. Unidad de engranaje según la reivindicación 6, en la que el convertidor de frecuencia está dispuesto para limitar el par de torsión de modo que una amplitud de corriente del motor eléctrico está por debajo de un límite de corriente y para limitar la velocidad de rotación de la bomba de lubricación de modo que una frecuencia de tensión de suministro del motor eléctrico está por debajo de un límite de frecuencia.
- 45
 - 8. Unidad de engranaje según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que sensor de temperatura (105) está dispuesto para medir la temperatura del aceite lubricante desde una entrada de la bomba de lubricación.
9. Método para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje, comprendiendo el método:
 - medir (201) la temperatura de aceite lubricante circulado por la bomba de lubricación, y
 - controlar (202) un motor eléctrico que acciona la bomba de lubricación de modo que el par de torsión dirigido a la bomba de lubricación está por debajo de un límite de par de torsión,

caracterizado porque el método comprende cambiar (203) el límite de par de torsión en respuesta a cambios de la temperatura medida del aceite lubricante.
10. Método según la reivindicación 9, en el que el método comprende controlar el motor eléctrico de modo que la velocidad de rotación de la bomba de lubricación está por debajo de un límite de velocidad, y cambiar el límite de velocidad en respuesta a cambios de la temperatura medida.
11. Método según la reivindicación 10, en el que el límite de velocidad aumenta y el límite de par de torsión disminuye en respuesta a un aumento de la temperatura del aceite lubricante.
12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en el que un intervalo de la temperatura del aceite

ES 2 620 265 T3

lubricante se divide en una pluralidad de subintervalos sucesivos, y un límite de par de torsión específico de subintervalo se usa para cada uno de los subintervalos.

- 5
13. Método según la reivindicación 9, en el que el motor eléctrico es un motor de corriente alterna y el par de torsión se limita limitando una amplitud de corriente del motor eléctrico para que esté por debajo de un límite de corriente y la velocidad de rotación de la bomba de lubricación se limita limitando una frecuencia de tensión de suministro del motor eléctrico para que esté por debajo de un límite de frecuencia.
14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9-13, en el que la temperatura del aceite lubricante se mide desde una entrada de la bomba de lubricación.
- 10
15. Programa informático para controlar una bomba de lubricación de una unidad de engranaje, comprendiendo el programa informático instrucciones ejecutables por ordenador para controlar un procesador programable para suministrar un límite de par de torsión a un sistema eléctrico que acciona la bomba de lubricación, indicando el límite de par de torsión el par de torsión máximo permisible dirigido a la bomba de lubricación, caracterizado porque el programa informático comprende además instrucciones ejecutables por ordenador para controlar el procesador programable para cambiar el límite de par de torsión en respuesta a cambios de una señal representativa de la temperatura medida de aceite lubricante.
- 15

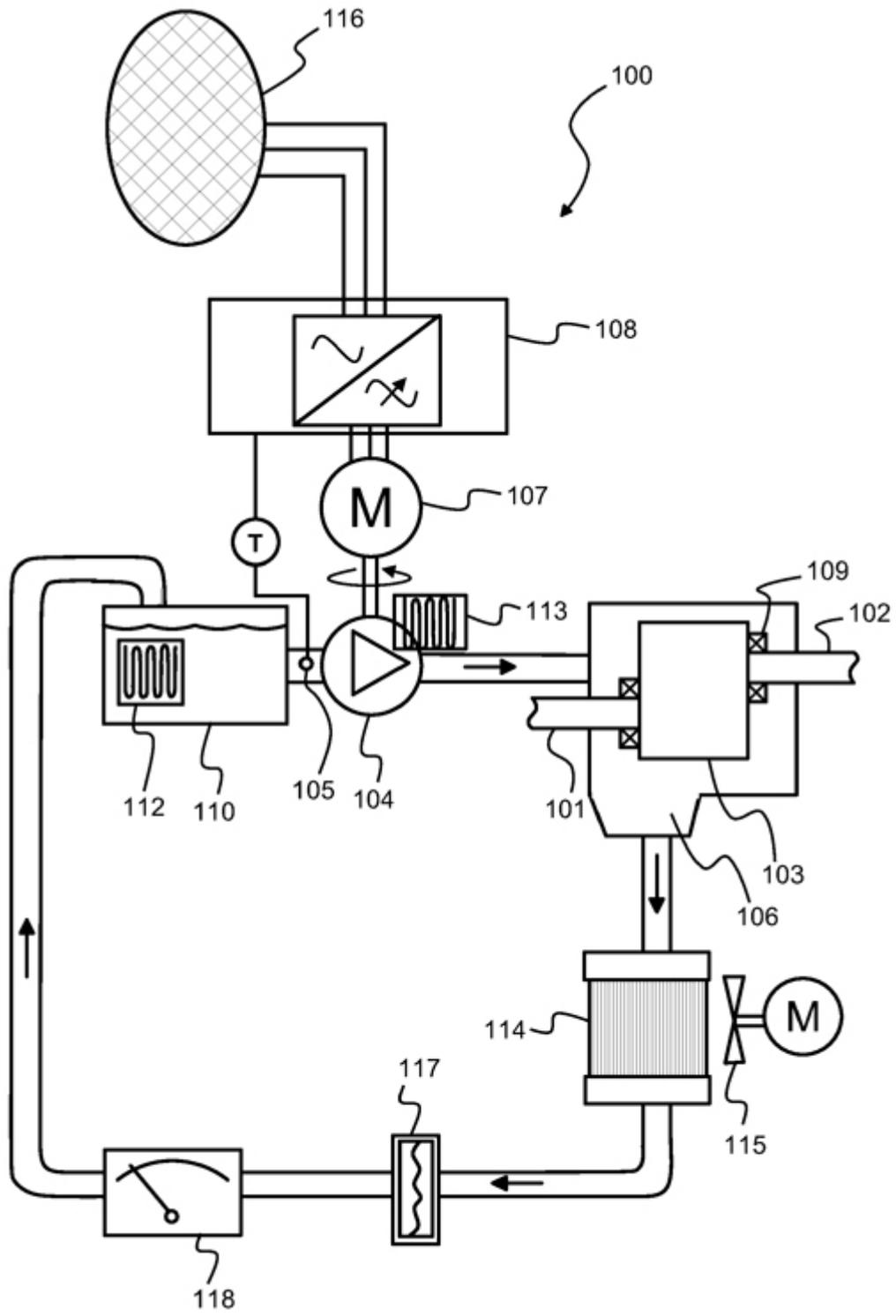


Figura 1

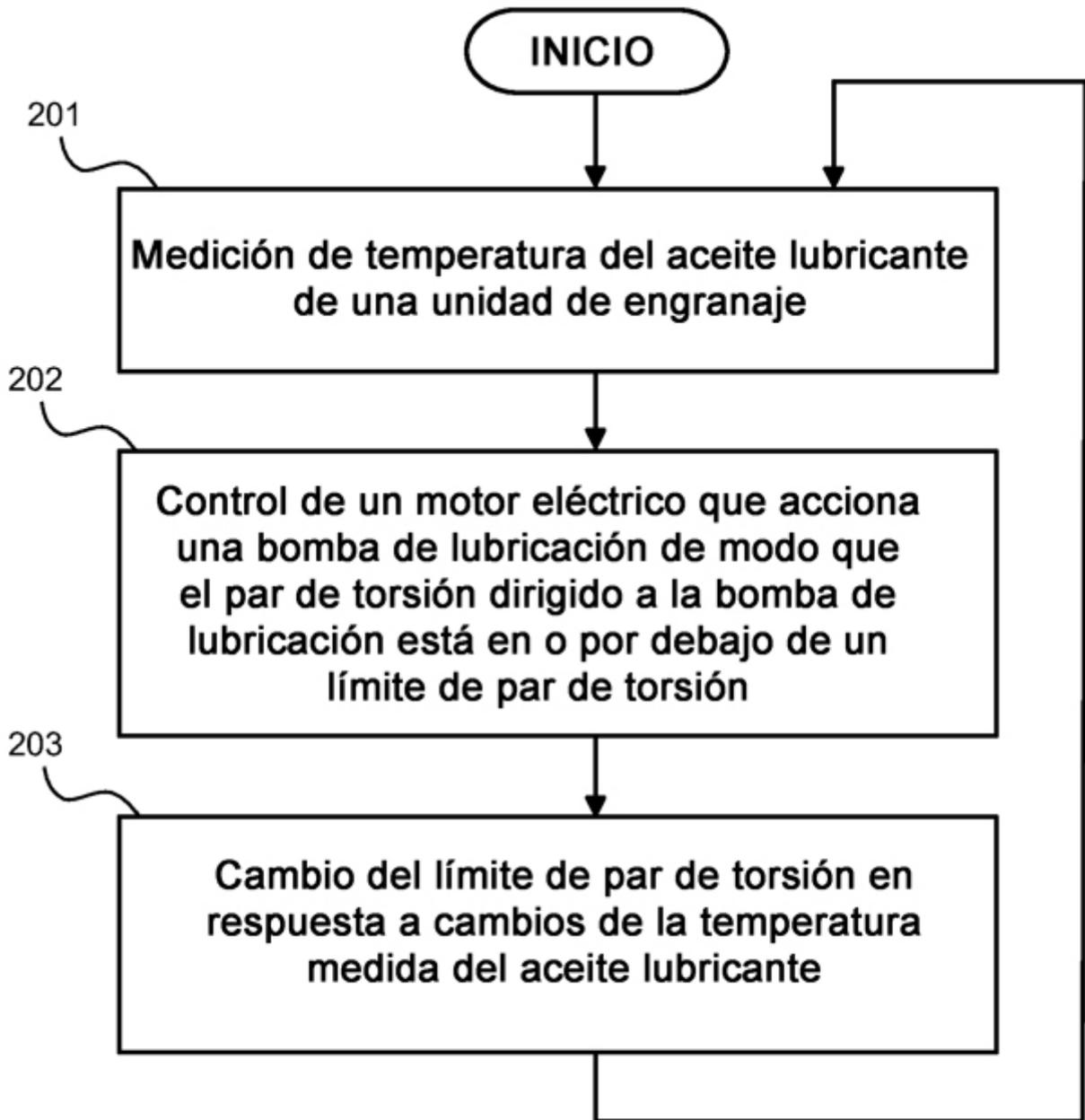


Figura 2