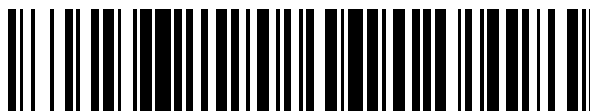


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 431**

51 Int. Cl.:

F16H 57/00 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2014 PCT/EP2014/003326**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15086156**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2014 E 14821500 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3080483**

54 Título: **Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin**

30 Prioridad:

13.12.2013 DE 102013020599

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

24.09.2019

73 Titular/es:

THYSSENKRUPP PRESTA AG (50.0%)

Essanestrasse 10

9492 Eschen, LI y

THYSSENKRUPP AG (50.0%)

72 Inventor/es:

STROBEL, JOSEPH-LÉON y

SCHWARZHANS, PAUL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 725 431 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 para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de una dirección electromecánica con las características del preámbulo de la reivindicación 1 y una dirección electromecánica correspondiente. Un procedimiento de este tipo se conoce por el documento genérico DE20221954U.
- 10 Una dirección electromagnética genérica presenta un servomotor, que acciona un árbol de tornillo sin fin que engrana con una rueda helicoidal dispuesta sobre un árbol de entrada de un engranaje de dirección, estando la rueda helicoidal unida operativamente con un árbol de entrada del engranaje de dirección y estando el árbol de tornillo sin fin y el árbol de entrada montados en una caja de engranaje de forma que pueden rotar. A este respecto, el árbol de tornillo sin fin y el árbol de entrada pueden estar montados en una sola caja común, pero también en una caja con varias partes o incluso en varias cajas de engranaje.
- 15 Una dirección asistida plantea exigencias relativamente altas en cuanto a la exactitud de los componentes. Especialmente, el engranaje de dentado de la rueda helicoidal y del árbol de tornillo sin fin debe ser lo más exacto posible para garantizar una transmisión de fuerza y de par de torsión correcta con poca generación de ruido. Además, en sistemas de dirección se deben esperar movimientos de rotación que cambian constantemente que deben ser transmitidos correspondientemente por un engranaje de este tipo sin holgura.
- 20 Se conoce un gran número de tales engranajes, por ejemplo, por los documentos DE 10 2010 003 727 A1, DE 10 2010 002 285 A1 y EP 2 423 075 A2. Generalmente, muchos de estos dispositivos de asistencia al esfuerzo auxiliares comprenden medios para compensar la holgura axial o radial del engranaje dentado mediante resortes, pudiendo estar previsto también, como se desvela en el documento DE 10 2010 002 285 A1, suprimir mediante un equipo de reajuste una gran parte de la holgura o una holgura de base y compensar holguras o cargas alternadas restantes mediante resortes correspondientes.
- 25 Por la publicación de información de solicitud de patente DE 198 24 382 A1 se conoce ajustar una holgura de base en un engranaje descrito anteriormente una vez durante el montaje y después fijarla. Las medidas mencionadas anteriormente para ajustar la holgura entre los flancos de diente en el engranaje requieren un elevado esfuerzo técnico para diseñar los engranajes de dentado de forma óptima o adaptar los
- 30 dentados de forma óptima unos a otros. Para ello se deben guardar tolerancias muy bajas, que causan costes elevados.
- En el documento DE 202 21 95 U1 se describe una adaptación de árbol de tornillo sin fin y rueda helicoidal en la que se implementa una operación de accionamiento con carga elevada, una así llamada "operación de rodaje de carga elevada". No obstante, después de este paso de procesamiento se debe ajustar, también con esfuerzo, la holgura.
- 35 Por el documento DE 10 2010 002 285 A1 se conoce, además, la posibilidad de un empleo de una corona dentada de plástico para la rueda helicoidal. Dentados de plástico de este tipo se emplean para amortiguar ruidos de impacto y aportar una cierta elasticidad al sistema para que eventualmente se puedan compensar fluctuaciones de tolerancias existentes. En el caso de direcciones asistidas eléctricas, las fuerzas que actúan en los flancos de diente son, sin embargo, elevadas de tal forma que, con un desgaste correspondientemente elevado del dentado de plástico, se debe calcular si las propiedades amortiguadoras se deben aprovechar efectivamente. Como alternativa se pueden emplear plásticos rígidos, con los cuales, sin embargo, no se llega a las amortiguaciones deseadas durante el funcionamiento.
- 40 Por ello el objetivo de la presente invención es facilitar un procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de una dirección electromecánica y una dirección electromecánica con un engranaje de tornillo sin fin rodado, presentando la rueda helicoidal una transmisión de fuerza y de par de torsión muy buena con poca holgura con menos requisitos en cuanto a la precisión de fabricación de las ruedas dentadas de engranaje.
- 45 Este objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y una dirección electromecánica con las características de la reivindicación 10.
- 50 Después está previsto un procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de una dirección electromecánica, presentando la dirección electromagnética un motor eléctrico, un árbol de tornillo sin fin con un extremo próximo al motor y un extremo alejado del motor, una rueda helicoidal dispuesta sobre un árbol de salida o de entrada y una caja de engranaje, estando el motor unido operativamente con el árbol de tornillo sin fin y estando el árbol de tornillo sin fin engranado con la rueda helicoidal, con los siguientes pasos de procedimiento:
- 55 a) preparar un estado premontado de la dirección asistida electromecánica en el que un extremo del árbol de tornillo sin fin, el extremo próximo al motor o el extremo alejado del motor, está montado, de forma que puede rotar, en un soporte en la caja de engranaje y el otro extremo, respectivamente, del árbol de tornillo sin fin se puede mover para formar un extremo libre en dirección radial;
- 60 b) montar el extremo libre del árbol de tornillo sin fin, de forma que puede rotar, en un equipo de pretensado ajustable que está instalado para pretensar el árbol de tornillo sin fin en el engranaje en dirección hacia la rueda helicoidal, y caracterizado por
- 65

- c) ajustar el equipo de pretensado mediante un equipo de control para producir un pretensado definido del engranaje;
- d) accionar el árbol de tornillo sin fin de forma que puede rotar dependiendo del equipo de control con un número de revoluciones determinado durante un periodo de tiempo determinado.

5 Mediante el proceso de rodaje descrito anteriormente, el dentado de la rueda helicoidal se adapta al dentado del árbol de tornillo sin fin y las propiedades operativas del engranaje se optimizan. El equipo de pretensado puede estar colocado, a este respecto, en el extremo del árbol de tornillo sin fin próximo al motor o alejado del motor. El proceso de rodaje puede implementarse, a este respecto, tanto con un motor de accionamiento especial como con el motor eléctrico de la dirección electromecánica (=dirección asistida). No obstante, preferentemente se emplea el motor de accionamiento especial, ya que se puede prescindir de un contacto eléctrico del motor eléctrico de la dirección asistida y se puede emplear un motor especialmente adecuado. Correspondientemente, el montaje del motor eléctrico de la dirección se efectúa solo después de que se haya efectuado el proceso de rodaje en esta variante preferida.

10 Como valores para el pretensado se pueden aplicar fuerzas de pretensado en el intervalo de 100N a 1000N. Como alternativa a la producción, mencionada en c), de un pretensado definido, se puede ajustar también un recorrido de distribución.

15 A este respecto es ventajoso que entre el paso de procedimiento b) y el paso de procedimiento c) estén previstos los siguientes pasos:

- e) medir un punto de máxima elevación de la rueda helicoidal mediante el equipo de pretensado mediante la rotación del árbol de tornillo sin fin;
- f) ajustar el engranaje de dentado de rueda helicoidal y árbol de tornillo sin fin al punto de máxima elevación de la rueda helicoidal.

20 Con ello se ajusta el pretensado definido en el engranaje del punto de máxima elevación de la rueda helicoidal en el árbol de tornillo sin fin.

25 Como alternativa el punto de máxima profundidad de la rueda helicoidal se puede medir también mediante el equipo de pretensado mediante la rotación del árbol de tornillo sin fin y, según el engranaje de dentado del rueda helicoidal y árbol de tornillo sin fin puede ser efectuado en el punto de máxima profundidad de la rueda helicoidal.

30 También es posible una combinación con la medición del punto de máxima elevación y del punto de máxima profundidad. En este caso el ajuste del engranaje de dentado se puede efectuar o en el punto de máxima elevación en el punto de máxima profundidad o en un valor intermedio. El valor intermedio debe determinarse después de probar.

35 Además, después del paso de procedimiento d) pueden estar previstos los siguientes pasos:

- g) reducir el pretensado mediante el equipo de control a, como máximo, el 20 % del valor definido del pretensado, preferentemente a cero;
- h) introducir un lubricante mientras el engranaje de tornillo sin fin está rodando.

40 En un estado todavía caliente del engranaje de tornillo sin fin en rodaje, el lubricante se distribuye especialmente bien y sirve también para enfriar el engranaje al final del proceso de rodaje.

45 Es ventajoso que, después de ajustar el pretensado, el extremo libre del árbol de tornillo sin fin sea mantenido en una posición fija para fijar un eje de rotación definido, de forma que la rueda helicoidal se pueda adaptar de forma óptima al árbol de tornillo sin fin.

50 Preferentemente, durante el paso de procedimiento c) se recorre una curva fuerza/tiempo determinada y/o una curva número de revoluciones/tiempo. Para ello, el equipo de control controla el equipo de pretensado y el motor.

55 En una forma de realización está previsto que durante el paso de procedimiento d), en una primera fase el árbol de tornillo sin fin sea accionado con un número de revoluciones en el intervalo de 500 rpm a 5000 rpm durante un período de tiempo en el intervalo de 5 s a 60 s y que en otra fase durante los pasos de procedimiento g) y h), el árbol de tornillo sin fin sea accionado con un número de revoluciones en el intervalo de 100 rpm a 1000 rpm durante un período de tiempo en el intervalo de 2 s a 30 s.

60 Preferentemente la rueda helicoidal está fabricada de plástico. A este respecto el plástico puede ser tan rígido que no presente propiedades amortiguadoras especiales, por ejemplo, para compensar fluctuaciones de tolerancias ocasionales del engranaje, pues con el proceso de rodaje el plástico se calienta o se funde superficialmente durante el funcionamiento, por lo cual el dentado de la rueda helicoidal de plástico se adapta al dentado del árbol de tornillo sin fin.

65 El engranaje de tornillo sin fin rodado puede instalarse, después del proceso de rodaje, en dispositivos

electromecánicos de asistencia de dirección, direcciones superpuestas o accionamientos de retroacción de direcciones de control por cable.

5 En una forma de realización, la rueda helicoidal está fabricada como pieza moldeada por inyección. En el proceso de rodaje, durante el paso de procedimiento d), de forma ventajosa se cortan cadenas de moléculas de la corteza de fundición en la zona de la superficie portante de la rueda helicoidal de plástico, de modo que se forman bolsas de grasa que pueden absorber el lubricante para la lubricación del engranaje. En el proceso de rodaje del engranaje se llega, así, a una modificación de superficie de la rueda helicoidal de plástico; la corteza de fundición, muy lisa, a la que los lubricantes se adhieren mal habitualmente, es procesada por el proceso de rodaje de forma que después del rodaje la superficie está provista de una estructura de superficie que aguanta lubricante. Las bolsas de grasa sirven como un gran número de pequeños depósitos lubricante que aguantan el lubricante de forma especialmente duradera y se pueden llenar suficientemente ya con una pequeña cantidad de lubricante.

15 Además está prevista una dirección electromecánica con un engranaje de tornillo sin fin rodado de acuerdo con el procedimiento mencionado anteriormente.

A continuación se describe mediante los dibujos un ejemplo de realización de la presente invención. Lo componente igual o lo componente con funciones iguales llevan las mismas referencias. Muestran:

20 La figura 1, el engranaje de una dirección asistida en un corte longitudinal a lo largo del árbol de tornillo sin fin durante el rodaje en un estado premontado.

La figura 2, el engranaje de una dirección asistida en un corte longitudinal a lo largo del árbol de tornillo sin fin durante el rodaje en un estado instalado.

25 En la figura 1 está representado en un corte longitudinal el engranaje de una dirección asistida electromecánica durante el rodaje en un estado premontado. A este respecto, el corte longitudinal tiene su recorrido a lo largo de un eje de rotación 1 de un árbol de tornillo sin fin 2 que es accionado por un motor eléctrico 3. El motor eléctrico 3 dispone de un árbol de motor 4 que está acoplado con el árbol de tornillo sin fin 2 por medio de un acoplamiento flexible 5 de forma resistente a giro. El árbol de tornillo sin fin 2 engrana, por medio de un dentado de tornillo sin fin 6, con una rueda helicoidal 7. La rueda helicoidal 7, a su vez, está unida de forma resistente a giro con el árbol de dirección 8, que tiene un recorrido entre una rueda de dirección no representada y el propio engranaje de dirección del vehículo de motor, que tampoco está representado. Los componentes mencionados están montados, en el ejemplo, en una caja de engranaje 9 común.

35 El alojamiento del árbol de tornillo sin fin 2 en la caja 9 se efectúa en un extremo 10 del lado de motor del árbol de tornillo sin fin 2, en el ejemplo, en un cojinete de rodillos 11 convencional que en el ejemplo está configurado como cojinete de bola. El cojinete de bolas 11 está configurado de forma que el árbol de tornillo sin fin 2 puede realizar leves movimientos axiales y leves modificaciones del eje de rotación 1 respecto a la caja 9.

40 Además, el motor eléctrico 3 presenta un sensor de par de torsión que determina el par de torsión por medio de una medición de corriente u otra medición de potencia. Para ello está previsto, por ejemplo, un equipo de medición 23 en el circuito eléctrico de control del motor eléctrico 3. De esta manera es posible una supervisión del rodaje del engranaje de tornillo sin fin.

45 Como alternativa se puede prescindir también de una supervisión y un se puede ajustar un transcurso de números de revoluciones predefinidos del motor eléctrico 3 durante el procedimiento. Así, por medio de una unidad de control se puede ajustar exactamente el número de revoluciones del árbol de tornillo sin fin 2.

50 En un extremo alejado del motor 12 del árbol de tornillo sin fin 2, el árbol de tornillo sin fin 2 está montado en un equipo de pretensado de forma que puede rotar. El equipo de pretensado 24 produce, dependiendo de la unidad de control, un pretensado perpendicularmente respecto al eje de rotación 1 del árbol de tornillo sin fin 2, en la dirección de la rueda helicoidal 7. La magnitud del pretensado puede medirse con un equipo de medición 25. Además se mide el número de revoluciones n del árbol de tornillo sin fin.

55 Para rodar un dentado de plástico relativamente rígido de la rueda helicoidal 7 en el dentado del árbol de tornillo sin fin 2 se ajusta un pretensado definido y el motor eléctrico 3, en el funcionamiento sin carga, rota con un número de revoluciones n0 definido durante un período de tiempo determinado. El árbol de tornillo sin fin 2 está fabricado, a este respecto, preferentemente de metal. Por la fricción interna entre el árbol de tornillo sin fin 2 y la rueda helicoidal 3 se llega a un aumento de temperatura que da como resultado un calentamiento o una fusión superficial parcial del dentado de plástico. A este respecto, se efectúa el emparejamiento del dentado de plástico de la rueda helicoidal 7 respecto al dentado del árbol de tornillo sin fin 2, y las tolerancias de fabricación de ambos componentes se compensan. Además, la lubricación posterior del engranaje mejora, cortándose, en el proceso de rodaje, cadenas de moléculas de la rueda helicoidal de plástico 7 en la zona de la superficie y formándose así bolsas de grasa en las que posteriormente se deposita el lubricante.

El proceso de rodaje se realiza completamente ya en el engranaje premontado, de forma que las propiedades operativas del engranaje, como la acústica, la fricción y la holgura no varían en esencia durante el funcionamiento.

5 En un ejemplo de realización está previsto dejar actuar una fuerza de pretensado en el intervalo de 100 N a 1000 N perpendicularmente respecto al árbol de tornillo sin fin, en la dirección de la rueda helicoidal. Para ello, primeramente se mide el radio de la rueda helicoidal mediante el equipo de pretensado y se determina el punto de máxima elevación, es decir, el punto sobre el perímetro de rueda que presenta la mayor distancia respecto al eje de rotación. El ajuste del pretensado se efectúa entonces en este punto de máxima elevación de la rueda helicoidal 7. El equipo de pretensado mantiene el árbol de tornillo sin fin, con el engranaje en rodaje, en una posición fija respecto al eje de rotación de la rueda helicoidal 7.

15 En una primera fase, el árbol de tornillo sin fin 2 es puesto a presión inicialmente con un pretensado en el intervalo de 100 N a 1000 N y entonces es accionado mediante el motor eléctrico 3 con un número de revoluciones en el intervalo de 500 rpm a 5000 rpm durante un tiempo en el intervalo de 5 a 60 segundos. Después viene la fase de enfriamiento, en la que el pretensado desciende a valores en el intervalo del 20 % del valor ajustado previamente. De forma especialmente preferida, en esta fase el pretensado desciende a cero. El número de revoluciones del árbol de tornillo sin fin se reduce, en esta fase de enfriamiento, a valores entre 100 rpm y 1000 rpm. La duración de la fase de enfriamiento es de 2 segundos a 30 segundos.

20 Durante la fase de enfriamiento se inyecta grasa para engranajes, la cual se distribuye rápidamente y de forma uniforme a causa del calor y adicionalmente contribuye al enfriamiento. La temperatura de tornillo sin fin ha descendido tanto en estado de reposo que ya no tiene lugar ninguna indentación del dentado del árbol de tornillo sin fin 2 en el dentado de plástico de la rueda helicoidal 7.

25 El árbol de tornillo sin fin no está limitado en su dirección de rotación. Puede estar previsto mover el árbol de tornillo sin fin en el rodaje con una dirección de rotación que varía, ya que son de esperar movimientos de rotación que varían constantemente también durante el funcionamiento del engranaje en una dirección asistida.

30 Las formas de realización no están limitadas a la posición del equipo de pretensado. También es concebible disponer el equipo de pretensado en el extremo cercano al motor del árbol de tornillo sin fin.

35 El motor eléctrico puede sustituirse por un accionamiento discrecional con los requisitos necesarios. También es concebible que el motor eléctrico utilizado para el proceso de rodaje sea el servomotor ya montado de la dirección asistida.

Después de que se haya realizado con éxito el rodaje del engranaje y se haya recorrido una curva fuerza/tiempo determinada y/o una curva número de revoluciones/tiempo, se efectúa el montaje.

40 En la figura 2 está representado el engranaje rodado en un estado operativo. El árbol de tornillo sin fin 2 está montado, a este respecto, en su extremo alejado del motor 12 en un cojinete de rodillos 13. El cojinete de rodillos 13 presenta un anillo interior 14, cuerpos de rodillos 15 y un anillo intermedio 16. El anillo intermedio 16 está provisto, a su vez, hasta en su lado exterior, de una acanaladura de rodadura para bolas 17. Las bolas 17 ruedan en un anillo exterior 18, que está fijado finalmente en un asiento de cojinete 19 de la carcasa 9.

45 En el extremo 10 del lado del motor, el árbol de tornillo sin fin 2 está acoplado, de forma resistente a giro, a un árbol de motor 20 de un motor eléctrico 21 de la dirección asistida por medio de un acoplamiento 22 flexible.

50 En el ejemplo, el motor eléctrico 3 que se emplea para el procedimiento de rodaje es distinto del motor eléctrico 21 que se emplea en la dirección asistida electromecánica. No obstante, también es concebible y posible implementar el procedimiento con el motor eléctrico que se emplea en la dirección asistida.

55 Una colocación de resortes del engranaje de dentado del árbol de tornillo sin fin y de la rueda helicoidal para llegar a un engranaje de dentado sin holgura puede efectuarse, por ejemplo, con un montaje excéntrico en el lado alejado del motor del árbol de tornillo sin fin, como se representa en la figura 2, o también con un montaje excéntrico en el lado cercano al motor del árbol de tornillo sin fin.

60 El engranaje rodado de acuerdo con la invención sirve para la instalación en dispositivos electromecánicos de asistencia de dirección, direcciones superpuestas o accionamientos de retroacción de direcciones de control por cable. Mediante el rodaje, de acuerdo con la invención, del engranaje antes del montaje en la dirección, se facilita un engranaje de tornillo sin fin que presenta una transmisión de engranaje muy buena con poca holgura, con bajos requisitos de tolerancia en cuanto a las ruedas dentadas de engranaje.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de una dirección electromagnética, presentando la dirección electromagnética un motor eléctrico (3), un árbol de tornillo sin fin (2) con un extremo próximo al motor (10) y un extremo alejado del motor (12), una rueda helicoidal (7) dispuesta sobre un árbol de salida o de entrada (8) y una caja de engranaje (9), estando el motor (3) unido operativamente al árbol de tornillo sin fin (2) y estando el árbol de tornillo sin fin (2) engranado con la rueda helicoidal (7), con los siguientes pasos de procedimiento:
- a) preparar un estado premontado de la dirección asistida electromecánica en el que un extremo del árbol de tornillo sin fin (2), el extremo próximo al motor (10) o el extremo alejado del motor (12), están montados, de forma que pueden rotar, en un soporte (11) en la caja de engranaje (9) y el otro extremo, respectivamente, del árbol de tornillo sin fin (2) se puede mover para formar un extremo libre en dirección radial;
- b) montar el extremo libre del árbol de tornillo sin fin (2), de forma que puede rotar, en un equipo de pretensado (24) ajustable que está diseñado para pretensar el árbol de tornillo sin fin (2) en el engranaje en dirección hacia la rueda helicoidal (7), y **caracterizado por**
- c) ajustar el equipo de pretensado (24) mediante un equipo de control para producir un pretensado definido del engranaje;
- d) accionar el árbol de tornillo sin fin (2) de forma que puede rotar, dependiendo del equipo de control, con un número de revoluciones (n0) determinado durante un período de tiempo determinado.
2. Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** entre el paso de procedimiento b) y el paso de procedimiento c) están previstos los siguientes pasos:
- e) medir un punto de máxima elevación de la rueda helicoidal (7) mediante el equipo de pretensado (24) girando el árbol de tornillo sin fin;
- f) ajustar el engranaje de dentado de rueda helicoidal (7) y árbol de tornillo sin fin (2) al punto de máxima elevación de la rueda helicoidal (7).
3. Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de acuerdo con una las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** después del paso de procedimiento d) están previstos los siguientes pasos:
- g) reducir el pretensado mediante el equipo de control a, como máximo, el 20 % del valor definido del pretensado, preferentemente a cero;
- h) introducir un lubricante mientras el engranaje de tornillo sin fin está rodando.
4. Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, después de ajustar el pretensado, el extremo libre del árbol de tornillo sin fin (2) es mantenido en una posición fija para fijar un eje de rotación definido.
5. Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** durante el paso de procedimiento c) se recorre una curva fuerza/tiempo determinada y/o una curva número de revoluciones/tiempo.
6. Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** durante el paso de procedimiento d), en una primera fase el árbol de tornillo sin fin (2) es accionado con un número de revoluciones en el intervalo de 500 rpm a 5000 rpm durante un período de tiempo en el intervalo de 5 s a 60 s y, en otra fase durante los pasos de procedimiento g) y h), el árbol de tornillo sin fin (2) es accionado con un número de revoluciones en el intervalo de 100 rpm a 1000 rpm durante un período de tiempo en el intervalo de 2 s a 30 s.
7. Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la rueda helicoidal (7) está fabricada de plástico.
8. Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el engranaje de tornillo sin fin es instalado, después del proceso de rodaje, en dispositivos electromecánicos de asistencia de dirección, direcciones superpuestas o accionamientos de retroacción de direcciones de control por cable.
9. Procedimiento para el rodaje de un engranaje de tornillo sin fin de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** la rueda helicoidal (7) está fabricada como pieza moldeada por inyección y por que durante el paso de procedimiento d) se cortan cadenas de moléculas de la corteza de fundición en la zona de la superficie portante de la rueda helicoidal de plástico (7), de modo que se forman bolsas de grasa que pueden recoger el lubricante para la lubricación del engranaje.
10. Dirección electromecánica con un engranaje de tornillo sin fin rodado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-9.

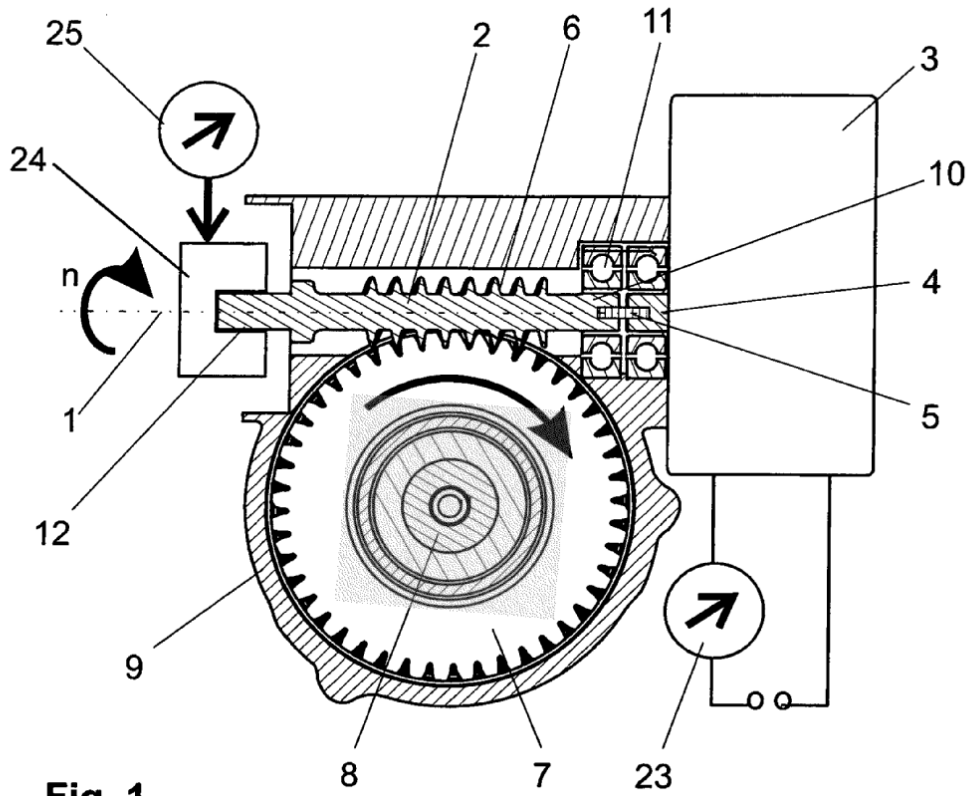


Fig. 1

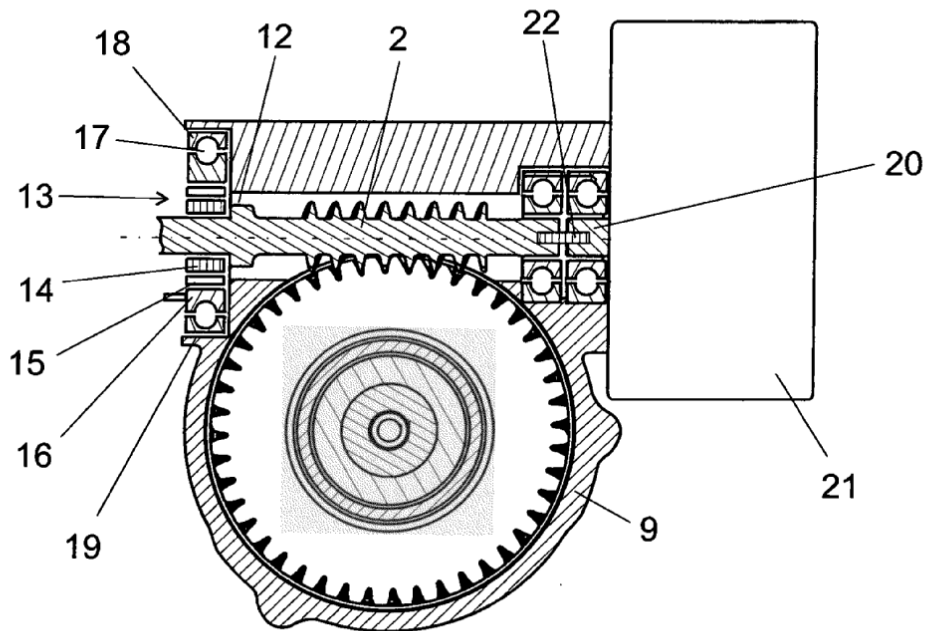


Fig. 2