

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 563**

51 Int. Cl.:

F16H 57/04 (2010.01)

F16D 1/08 (2006.01)

F16H 57/00 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2021** **PCT/EP2021/072198**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.02.2022** **WO22034040**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2021** **E 21755994 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024** **EP 4196699**

54 Título: **Engranaje**

30 Prioridad:

11.08.2020 EP 20190590

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.01.2025

73 Titular/es:

FLENDER GMBH (100.00%)
Alfred-Flender-Straße 77
46395 Bocholt, DE

72 Inventor/es:

DIETZ, KATRIN;
HESSLING, PASCAL y
VOSSSCHMIDT, TIM

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 994 563 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

Engranaje

- 5 La invención se refiere a un engranaje con una unión de árbol/cubo configurada como dentado de entalladura, que tiene una extensión axial a lo largo de un eje de árbol, estando previsto un conducto de suministro de aceite del dentado de entalladura para lubricar los movimientos relativos que se producen en el dentado de entalladura entre un lado de árbol y un lado de cubo de la unión de árbol/cubo.
- 10 Por el documento EP 2 199 607 A2 ya se dio a conocer un engranaje del tipo definido anteriormente.
- Por el documento DE 10 2012 202 454 A1 ya se dio a conocer una alimentación de aceite por salpicadura para un engranaje planetario.
- 15 Los documentos EP 2 597 307 A3 y US 2010/007 151 A2 divulgan una instalación de energía eólica con un engranaje y un tubo de paso de doble pared con un tubo exterior y un tubo interior. El espacio hueco formado entre los tubos interior y exterior sirve para suministrar lubricante. Los cables eléctricos pasan por el tubo interior.
- 20 Por el documento DE 10 2015 217 906 A1 se dio a conocer un engranaje planetario en el que un dentado de entalladura entre un portasatélites y un árbol solar es alimentado de aceite radialmente desde fuera a través del portasatélites.
- Por el documento DE 10 2015 216 369 A1 se dio a conocer el modo de acoplar un engranaje planetario con un generador a través de un acoplamiento dentado, siendo alimentado el acoplamiento dentado de aceite radialmente desde fuera a través de una ranura que discurre radialmente fuera del acoplamiento dentado y que está abierta radialmente hacia dentro.
- 25 Por el documento DE 10 2013 217 950 A1 se dio a conocer un engranaje planetario para una instalación de energía eólica, en el que un dentado de entalladura entre un portasatélites y un árbol solar es alimentado de aceite a través de un canal alimentado desde radialmente fuera que discurre axialmente y que está formado entre el portasatélites y el árbol solar.
- 30 Por el documento EP 2 280 193 A2 se dio a conocer un engranaje planetario con un acoplamiento dentado que es alimentado de lubricante a través de una boquilla desde un canal de alimentación de lubricante que discurre radialmente fuera del acoplamiento dentado, axialmente con respecto a éste.
- 35 El documento DE 11 2012 000 277 T5, que constituye la base de la forma en dos partes de la reivindicación 1, presenta un engranaje con un árbol de entrada central que se prolonga en dirección axial a través de un árbol auxiliar para accionar una bomba de aceite. El árbol auxiliar está realizado de forma hueca y a través del árbol auxiliar y en parte a través del árbol de entrada tiene lugar una alimentación de aceite.
- 40 El documento DE 10 2010 060147 A1 presenta en un engranaje un distribuidor central realizado con doble pared. El distribuidor central tiene un canal anular y un paso central.
- 45 En las instalaciones pertinentes, como por ejemplo los engranajes planetarios en instalaciones de energía eólica, siempre es un requisito importante reducir el espacio de construcción del engranaje. La realización de una unión de árbol/cubo como dentado de entalladura a menudo es una solución eficaz en este sentido. Esta unión requiere una lubricación adecuada porque se producen movimientos relativos entre los materiales adyacentes, lo que puede provocar la destrucción de la unión a medio y largo plazo en caso de una lubricación insuficiente. Convencionalmente, para este fin a menudo está prevista una alimentación de aceite por salpicadura, de modo que las tensiones superficiales del lubricante en particular garantizan un flujo deslizante a través del intersticio del dentado de entalladura. Sin embargo, las observaciones han demostrado que un suministro de lubricante de este tipo a menudo no proporciona una lubricación suficiente. El término "dentado de entalladura" también suele denominarse "dentado corto".
- 50 Además, una alimentación de aceite por salpicadura ocupa mucho espacio, utiliza de forma poco eficiente el volumen de aceite disponible, de manera que resulta un consumo de aceite relativamente elevado, y también requiere circunstancias adicionales (ausencia de contaminación, ausencia de influjos perturbadores adicionales, como por ejemplo diferencias de presión opuestas).
- 55 Partiendo de los problemas y desventajas del estado de la técnica, la invención se ha planteado el objetivo de perfeccionar un engranaje del tipo definido al principio de tal manera que se eviten los problemas y desventajas explicados.
- 60 Para conseguir el objetivo de acuerdo con la invención, se propone un engranaje del tipo definido al principio con las características adicionales de la parte caracterizadora de la reivindicación independiente 1. Además, la invención propone un procedimiento de simulación y un producto de programa de ordenador correspondiente. Las respectivas
- 65

reivindicaciones dependientes contienen variantes ventajosas de la invención.

Los términos como radial, tangencial o dirección circunferencial se refieren respectivamente al primer eje de giro o, si así se indica, a un segundo eje de giro respectivamente.

El engranaje de acuerdo con la invención se caracteriza por que se garantiza un alto nivel de seguridad operativa, porque la unión de árbol/cubo configurada como dentado de entalladura garantiza una alimentación segura de aceite bajo la presión de aceite que reina en el espacio hueco, gracias a la alimentación de aceite de acuerdo con la invención con un conducto de suministro de aceite radialmente desde dentro directamente a un espacio hueco en el dentado de entalladura.

Dado que el dentado de entalladura de la unión de árbol/cubo no puede ser alimentado de aceite radialmente desde fuera, sino radialmente desde dentro, es posible funcionalizar la rotación del árbol de la unión de árbol/cubo para el transporte de aceite. El aceite transportado al espacio hueco a través del conducto de suministro de aceite puede ser conducido a través del árbol giratorio y, de esta manera, estar sometido a fuerzas centrífugas impuestas por el árbol. De esta manera, es posible que el aceite sea transportado a través del conducto de suministro de aceite al espacio hueco siendo impulsado al menos parcialmente por fuerza centrífuga, preferentemente exclusivamente por fuerza centrífuga. De esta manera, es posible establecer una presión de aceite en el espacio hueco de forma asistida por la fuerza centrífuga. El caudal másico de aceite y/o la presión de aceite en el espacio hueco transportada para la lubricación del dentado de entalladura de la unión de árbol/cubo pueden depender, al menos en parte, del número de revoluciones. A un elevado número de revoluciones, que es cuando pueden producirse movimientos relativos más fuertes en la unión de árbol/cubo, la lubricación se incrementa automáticamente. A un bajo número de revoluciones, que es cuando pueden producirse menos movimientos relativos en la unión de árbol/cubo, se evita una lubricación innecesariamente fuerte y puede limitarse al mínimo necesario. Esto permite sin medios auxiliares adicionales una lubricación del dentado de entalladura en la unión de árbol/cubo optimizada a las condiciones de funcionamiento actuales.

La unión de árbol/cubo presenta un árbol y un cubo acoplado, con transmisión de par, a través del dentado de entalladura, por lo que el árbol y el cubo de la unión de árbol/cubo son sustancialmente inmóviles entre sí, especialmente en dirección axial. Por ejemplo, el cubo está inmovilizado entre un hombro del árbol y un elemento de seguridad, en particular como anillo de seguridad, como mucho en el marco de un ajuste de holgura en la dirección axial con respecto al árbol. Preferentemente, la extensión axial del árbol y del cubo es mayor que la extensión axial del dentado de entalladura. De manera particularmente preferente, el cubo sobresale en la dirección axial más allá de la extensión axial del dentado de entalladura, en donde la parte del cubo que sobresale más allá del dentado de entalladura cubre el árbol. De esta manera, entre el cubo y el árbol está previsto un intersticio anular axialmente al lado del dentado de entalladura, en el que el conducto de suministro de aceite puede desembocar radialmente desde dentro. El aceite suministrado por el conducto de suministro de aceite radialmente desde dentro puede desviarse fácilmente en dirección axial dentro de la ranura anular para lubricar el dentado de entalladura de la unión de árbol/cubo por toda su extensión axial. El espacio anular puede formar el espacio hueco comunicado con el conducto de suministro de aceite, en donde el espacio hueco en particular se extiende en dirección radial más allá de la extensión radial del dentado de entalladura. Preferentemente, el espacio hueco puede extenderse más radialmente hacia dentro del árbol que un radio raíz de un dentado exterior dentado de entalladura formado por el árbol.

En particular, el conducto de suministro de aceite está formado en un árbol de la unión de árbol/cubo. El conducto de suministro de aceite, que está configurado, por ejemplo, como al menos un orificio que discurre radialmente en el árbol de la unión de árbol/cubo, puede de esta manera lanzar el aceite radialmente hacia fuera al espacio hueco de forma asistida por fuerza centrífuga y establecer una presión de aceite correspondiente en el espacio hueco. Además, el árbol de la unión de árbol/cubo puede sobresalir en ambas direcciones axiales del dentado de entalladura de la unión de árbol/cubo, por ejemplo para accionar componentes adicionales del engranaje y/o para ser soportado de forma sencilla. Por ejemplo, un extremo frontal del árbol de la unión de árbol/cubo puede alojarse y soportarse en un cojinete piloto sin necesidad de suministrar aceite al dentado de entalladura de la unión de árbol/cubo a través de un canal que discurre a lo largo del lado frontal del árbol.

Está previsto que el árbol de la unión de árbol/cubo limite al menos parcialmente un canal de alimentación que se comunica con el conducto de suministro de aceite y discurre axialmente. El canal de alimentación puede estar configurado, por ejemplo, como orificio y/o intersticio anular. El aceite llevado en el canal de alimentación al conducto de suministro de aceite y finalmente al espacio hueco y al dentado de entalladura puede ser arrastrado por la superficie que delimita el canal de alimentación, de modo que el aceite llevado en el canal de alimentación al conducto de suministro de aceite puede ser sometido a una fuerza centrífuga. Cuando el aceite situado en el canal de alimentación incide en el conducto de suministro de aceite que discurre radialmente, el aceite puede ser transportado radialmente hacia fuera a través del conducto de suministro de aceite, en particular ser lanzado radialmente hacia fuera, a causa de las fuerzas centrífugas que actúan sobre él.

También está previsto que el canal de alimentación, que en particular forma una sección transversal de flujo anular, esté limitado radialmente dentro por un tubo de paso que gira junto con el árbol de la unión de árbol/cubo. El árbol de la unión de árbol/cubo está diseñado como árbol hueco en el que está insertado el tubo de paso a una distancia en la

dirección radial, formando el canal de alimentación, en particular sustancialmente anular. El tubo de paso está unido al árbol de forma no giratoria, de modo que tanto el árbol como el tubo de paso pueden imponer fuerzas centrífugas al aceite en el canal de alimentación. En esta variante, el árbol de la unión de árbol/cubo forma un tubo de paso de doble pared con la ayuda del tubo de paso unido.

5 Una variante ventajosa prevé que el espacio hueco está dispuesto en un extremo axial del dentado de entalladura. De este modo, el intersticio en forma de meandro, que está formado por el dentado de entalladura y que se extiende en la dirección circunferencial es atravesado por el aceite de un extremo axial al otro extremo axial.

10 Otra variante preferente de la invención prevé que el espacio hueco se dispone en una zona axial central del dentado de entalladura, de modo que al menos 20 % de la extensión axial restante del dentado de entalladura se encuentre a ambos lados del espacio hueco. De este modo, la eficiencia de la cantidad de aceite suministrada es especialmente alta.

15 Es particularmente conveniente una configuración de la invención, en la que el engranaje está configurado como engranaje epicicloidal, en particular multietapa, en donde el engranaje epicicloidal tiene al menos una corona dentada, al menos dos ruedas satélite en al menos un árbol portante y al menos una rueda central en un árbol central, en donde el dentado de entalladura está previsto como una unión con transmisión de fuerza entre la rueda central y el árbol central. Los componentes conocidos como ruedas superiores también suelen denominarse ruedas planetarias. El
20 componente aquí denominado rueda central también suele denominarse rueda solar. El árbol portante también suele denominarse portasatelites.

En particular, está previsto que el engranaje epicicloidal está configurado con múltiples etapas, en donde una primera etapa de engranaje epicicloidal comprende al menos: una primera corona dentada, primeras ruedas satélite en al
25 menos un primer árbol portante y una primera rueda central en un primer árbol central, en donde una segunda etapa de engranaje epicicloidal comprende al menos: al menos una segunda corona dentada, segundas ruedas satélite en al menos un segundo árbol portante y una segunda rueda central en un segundo árbol central, en donde la primera rueda central está acoplada al primer árbol central por medio del dentado de entalladura, en donde el primer árbol central y el segundo árbol portante están unidos entre sí al menos de manera no giratoria, en donde al menos una
30 etapa de engranaje epicicloidal está formada con un conducto de suministro de aceite a un dentado de entalladura de acuerdo con la invención. El dentado hueco habitual en los engranajes epicicloidales es parte integrante del estator. Los dos engranajes epicicloidales están dispuestos respectivamente en serie, en donde, partiendo del accionamiento (pala de la instalación de energía eólica) se introduce un par en el primer árbol portante que por medio de ruedas satélite transmite la potencia a una primera rueda central. La primera rueda central se convierte en el segundo árbol
35 portante, pudiendo considerarse que la transición de la primera rueda central al segundo árbol portante está formada por el dentado de entalladura. De manera correspondiente, el segundo árbol portante también puede designarse sustancialmente como la primera rueda central. Teóricamente, este tipo de estructura multietapa puede continuar casi a discreción.

40 De manera especialmente preferente, el conducto de suministro de aceite está dispuesto en o dentro del árbol central. De este modo, el aceite puede ser suministrado al dentado sin más transición a un número de revoluciones relativo.

Una variante ventajosa prevé que el conducto de suministro de aceite es alimentado de aceite desde un estator del engranaje por medio de una alimentación de aceite, presentando la alimentación de aceite una cámara anular
45 estanqueizada por una junta de árbol entre el estator y el árbol de la unión de árbol/cubo, en particular del árbol central. Un puenteo de este tipo funciona de forma fiable y permanente a un número de revoluciones relativo resultante en el flujo de aceite.

50 Por estator del engranaje se entiende un componente estacionario, no giratorio, por ejemplo una caja de engranaje o un componente de engranaje unido directa o indirectamente a la caja de engranaje de forma no giratoria.

Otra posibilidad de acuerdo con la invención para la alimentación de aceite al dentado de entalladura prevé que el conducto de suministro de aceite es alimentado de aceite por medio de una alimentación de aceite en un estator del engranaje, presentando la alimentación de aceite al menos una abertura de salida que está dispuesta de forma opuesta
55 a al menos una abertura de entrada que se extiende en la dirección circunferencial del movimiento circular del árbol central en el espacio hueco en un extremo axial del dentado de entalladura, de modo que un chorro de aceite procedente de la abertura de salida puede entrar en la al menos una abertura de entrada al menos en determinados tramos de movimiento circular durante el funcionamiento. De este modo, la alimentación de aceite lubricante al dentado de entalladura, por un lado, y el puenteo de un número de revoluciones relativo con el flujo de aceite, por otro, pueden
60 integrarse en un solo módulo.

Una aplicación preferente de la invención se sitúa en el campo de las instalaciones de energía eólica. Una posible variante de la invención es un engranaje de acuerdo con la invención para una instalación de energía eólica, la góndola de una instalación de energía eólica que comprende un engranaje de acuerdo con la invención o una instalación de
65 energía eólica con un engranaje de acuerdo con la invención. Aquí, el "engranaje de acuerdo con la invención" se refiere a una combinación de características de acuerdo con la reivindicación principal o a una combinación de

características definida por las referencias de las reivindicaciones. A este respecto, de manera particularmente conveniente, un rotor de palas de la instalación de energía eólica está unido, con transmisión de fuerza, al primer árbol portante del engranaje.

- 5 Una variante ventajosa de la instalación de energía eólica prevé que en el rotor de palas está previsto un dispositivo de ajuste de paso, siendo controlado el dispositivo de ajuste de paso por medio de líneas de control, formando las líneas de control un conjunto de líneas con la alimentación de aceite al conducto de suministro de aceite. En este caso, el conjunto de líneas puede estar configurado ventajosamente como un "tubo de paso de doble pared", de tal manera que el conducto de control del equipo de ajuste de paso (generalmente líneas eléctricas) se hace pasar a través del tubo central y en la zona intermedia entre el tubo exterior y el tubo interior está prevista una alimentación de aceite que también alimenta de aceite al dentado de entalladura de la manera de acuerdo con la invención.

- 10 La invención también se refiere a un procedimiento implementado por ordenador para la simulación de un engranaje de acuerdo con al menos una combinación de características definidas por las reivindicaciones y/o una instalación de energía eólica de acuerdo con al menos una combinación de características definidas por las reivindicaciones. Por consiguiente, la invención comprende, por una parte, la estructura física con las características de acuerdo con la invención y, por otra parte, también un gemelo digital, tal como se utiliza, por ejemplo, con el fin de simular la disposición o el funcionamiento de la disposición por medio de al menos un ordenador. La invención también se refiere a un producto de programa de ordenador correspondiente. El producto de programa de ordenador puede presentar medios de código de programa que, cuando son ejecutados por un ordenador, ejecutan el procedimiento.

A continuación, la invención se describe con más detalle con la ayuda de un ejemplo de realización especial para mayor claridad. Muestran:

- 25 La figura 1 una representación esquemática simplificada de un engranaje de acuerdo con la invención, que está configurado como engranaje planetario multietapa de una instalación de energía eólica,
la figura 2 un fragmento de una sección longitudinal esquemática a través de un engranaje, sin mostrar las características inventivas,
la figura 3 un fragmento ligeramente distinto al de la figura 2, que comprende los detalles inventivos de la alimentación de aceite para el dentado de entalladura,
30 la figura 4 un detalle señalado como IV en la Figura 3,
la figura 5 una variante de la alimentación de aceite para el dentado de entalladura en una vista esquemática en sección longitudinal,
la figura 6 un detalle señalado como VI en la figura 5,
35 la figura 7 otra variante de la alimentación de aceite para el dentado de entalladura en una vista esquemática en sección longitudinal,
la figura 8 otra variante de la alimentación de aceite para el dentado de entalladura en una vista esquemática en sección longitudinal y
la figura 9 otra variante de la alimentación de aceite para el dentado de entalladura en una vista esquemática en sección longitudinal.

- Los componentes funcionalmente idénticos están provistos en parte con signos de referencia idénticos. Los componentes que tengan la misma función no se señalizan en todas las figuras y tampoco se explican por separado para cada figura individual. Básicamente, se puede partir de que estos elementos constructivos tienen sustancialmente la misma función en las distintas representaciones respectivamente.

- La figura 1 muestra una representación esquemática y simplificada de un engranaje TGR de acuerdo con la invención, que está configurado como engranaje planetario multietapa o engranaje epicicloidal de una instalación de energía eólica WPP. Básicamente, el respectivo engranaje epicicloidal PGR comprende al menos una corona dentada ANU, al menos dos ruedas satélite PWH en al menos un árbol portante CAR y al menos una rueda central CRW en un árbol central CSH, en donde, como se muestra en otras figuras, está previsto un dentado de entalladura SRT de acuerdo con la invención como unión con transmisión de fuerza entre la rueda central CRW y el árbol central CSH.

- El engranaje TGR mostrado está configurado como engranaje epicicloidal PGR multietapa. Una primera etapa de engranaje epicicloidal PG1 comprende:

- una primera corona dentada AN1, primeras ruedas satélite PW1 en al menos un primer árbol portante CA1 y una primera rueda central CR1 en un primer árbol central CS1,
Una segunda etapa de engranaje epicicloidal PG1 comprende:
60 al menos una segunda corona dentada AN2, segundas ruedas satélite PW2 en al menos un segundo árbol portante CA2 y una segunda rueda central CR2 en un segundo árbol central CS2. La primera rueda central CR1 está acoplada al primer árbol central CS1 por medio del dentado de entalladura SRT, estando el primer árbol central CS1 y el segundo árbol portante CA2 unidos entre sí al menos de forma no giratoria. En el presente caso, el primer árbol central CS1 y el segundo árbol de alma CA2 están configurados como un componente común.

- La instalación de energía eólica WP P mostrada en la figura 1 comprende además un generador G NR para la

generación de corriente, acoplado al 2º árbol central CS 2. Un rotor de palas WNG de la instalación de energía eólica WPP está unido, con transmisión de fuerza, al primer árbol portante CA1 del engranaje TGR. En el rotor de paletas WNG está previsto un dispositivo de ajuste de paso PAS. El dispositivo de ajuste de paso PAS es controlado por medio de líneas de control PCW, formando las líneas de control PCW un conjunto de líneas con la alimentación de aceite OCP al conducto de suministro de aceite OLS. De manera no mostrada pero ya explicada anteriormente, este conjunto de líneas está realizada como un denominado "tubo de paso de doble pared". Estas líneas de control PCW conectan el equipo de ajuste de paso PAS a una unidad de control central CPU.

Las figuras 3 a 8 muestran respectivamente diferentes representaciones esquemáticas de fragmentos de cortes longitudinales a través de un engranaje epicicloidal PGR multietapa configurado como un engranaje TGR de acuerdo con la invención. Las coronas dentadas ANU, AN1, AN2 o sus ejes centrales se extienden respectivamente coaxialmente al eje de árbol SHX o al eje de giro del respectivo árbol central CSH, CA1, CA2. Los componentes respectivamente giratorios están soportados de una manera no explicada con más detalle por medio de rodamientos o cojinetes lisos de forma giratoria uno respecto al otro o a un estator STA. Los ejes de giro de las ruedas satélite PW1, PW2 se extienden respectivamente paralelamente al eje de giro central SHX.

Entre el árbol central CSH, CS1, CS2 y la rueda central CRW, CW1, CW2 está dispuesta una unión de árbol/cubo SHC que está configurada como un dentado de entalladura SRT y tiene una extensión axial a lo largo de un eje de árbol SHX, estando previsto un conducto de suministro de aceite OLS del dentado de entalladura SRT para lubricar los movimientos relativos que se producen en el dentado de entalladura SRT entre un lado del árbol SFS y un lado del cubo HBS de la unión de árbol/cubo SHC. El conducto de suministro de aceite OLS desemboca directamente en un espacio hueco CAV en el dentado de entalladura SRT, de modo que el dentado de entalladura SRT puede ser alimentado de aceite OIL bajo la presión de aceite OPR que reina en el espacio hueco CAV. La figura 3 muestra cómo el tubo de paso de doble pared PAT está diseñado para transportar el aceite OIL al espacio hueco CAV, que está configurado como conducto de suministro de aceite OLS. Desde el espacio hueco CAV, el dentado de entalladura SRT es alimentado de presión de aceite OPR.

En una vista detallada ampliada, la figura 4 muestra que el espacio hueco CAV está dispuesto en el extremo axial izquierdo del dentado de entalladura SRT, de modo que el aceite OIL fluye a través del intersticio del dentado de entalladura SRT axialmente de izquierda a derecha. Entre el árbol de la unión de árbol/cubo HBS, en particular el árbol central CSH, y el tubo de paso PAT, que está unido en particular al árbol central CSH para formar un tubo de paso de doble pared, está formado un canal de alimentación, preferentemente configurado en forma de ranura anular, que comunica con el conducto de suministro de aceite OLS que discurre radialmente.

La figura 5 muestra en una vista general algo más amplia el recorrido del aceite OIL a través del tubo de paso PAT de doble pared partiendo de una alimentación de aceite OCP. La alimentación de aceite OCP puede estar configurada como una cámara anular estanqueizada con una junta de árbol (no mostrada), en donde, por ejemplo, un casquillo de bronce forma una junta que actúa como cojinete liso y define un espacio hueco anular entre los dos componentes que rotan uno con respecto a otro. Las figuras 7, 8 y 9 muestran respectivamente variantes del alimentación de aceite OCP.

La figura 6 muestra un detalle ampliado del conducto de suministro de aceite OLS en el espacio hueco CAV del dentado de entalladura SRT de la figura 5. En comparación, la figura 7 muestra una variante en la que el espacio hueco CAV o el conducto de suministro de aceite OLS están dispuestos en la zona central del dentado de entalladura SRT entre los dos extremos axiales.

Mientras que las variantes anteriores del conducto de suministro de aceite OLS prevén un suministro del aceite OIL como canales integrados en componentes, la figura 8 muestra la posibilidad de acoplar tuberías independientes PIP a los componentes correspondientes para el aceite.

La figura 9 muestra el conducto de suministro de aceite OLS alimentado de aceite OIL por medio de una alimentación de aceite OJD en un estator STT del engranaje TGR, presentando la alimentación de aceite OJD una o varias aberturas de salida EOF, que está dispuesta de forma opuesta a al menos una abertura de entrada OIN que se extiende en la dirección circunferencial del movimiento circular del árbol central CSH en el espacio hueco CAV en un extremo axial del dentado de entalladura SRT, de manera que un chorro de aceite procedente de la abertura de salida EOF puede entrar en la al menos una abertura de entrada OIN durante el funcionamiento, al menos en determinados tramos del movimiento circular.

REIVINDICACIONES

1. Engranaje (TGR) con una unión de árbol/cubo (SHC) configurada como dentado de entalladura (SRT), que tiene una extensión axial a lo largo de un eje de árbol (SHX), estando previsto un conducto de suministro de aceite (OLS) del dentado de entalladura (SRT) para lubricar los movimientos relativos que se producen en el dentado de entalladura (SRT) entre un lado de árbol (SFS) y un lado de cubo (HBS) de la unión de árbol/cubo (SHC), en donde el conducto de suministro de aceite (OLS) desemboca desde radialmente dentro directamente en un espacio hueco (CAV) en el dentado de entalladura (SRT), de modo que el dentado de entalladura (SRT) puede ser alimentado de aceite (OIL) bajo la presión de aceite (OPR) que reina en el espacio hueco (CAV), y
 - el árbol (CSH, CS1, CS2) de la unión de árbol/cubo (SHC) limita al menos parcialmente un canal de alimentación que comunica con el conducto de suministro de aceite (OLS) y que discurre axialmente, **caracterizado por que** el canal de alimentación está delimitado radialmente dentro por un tubo de paso (PAT) que gira junto con el árbol (CSH, CS1, CS2), y el árbol (CSH, CS1, CS2) y el tubo de paso (PAT) forman un tubo de paso de doble pared.
2. Engranaje (TGR) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el conducto de suministro de aceite (OLS) está formado en un árbol (CSH, CS1, CS2) de la unión de árbol/cubo (SHC).
3. Engranaje (TGR) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el canal de alimentación forma una sección transversal de flujo anular.
4. Engranaje (TGR) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el espacio hueco (CAV) está dispuesto en un extremo axial del dentado de entalladura (SRT).
5. Engranaje (TGR) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el espacio hueco (CAV) está dispuesto en una zona axial central del dentado de entalladura (SRT), de modo que al menos 20 % de la extensión axial restante del dentado de entalladura (SRT) se encuentra a ambos lados del espacio hueco (CAV).
6. Engranaje (TGR) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el engranaje (TGR) está configurado como un engranaje epicicloidal (PGR) multietapa, presentando el engranaje epicicloidal (PGR) al menos una corona dentada (ANU), al menos dos ruedas satélite (PWH) en al menos un árbol portante (CAR) y al menos un rueda central (CRW) en un árbol central (CSH), estando previsto el dentado de entalladura (SRT) como una unión con transmisión de fuerza entre la rueda central (CRW) y el árbol central (CSH).
7. Engranaje (TGR) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el conducto de suministro de aceite (OLS) es alimentado de aceite (OIL) por medio de una alimentación de aceite (OCP) desde un estator (STA) del engranaje (TGR), presentando la alimentación de aceite (OCP) una cámara anular, estanqueizada por una junta de árbol, entre el estator (STA) y el árbol (CSH, CS1, CS2) de la unión de árbol/cubo (SHC).
8. Engranaje (TGR) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el conducto de suministro de aceite (OLS) es alimentado de aceite (OIL) por medio de una alimentación de aceite (OJD) en un estator (STA) del engranaje (TGR), presentando la alimentación de aceite (OJD) al menos una abertura de salida (EOF) que está dispuesta de forma opuesta a al menos una abertura de entrada (OIN) que se extiende en la dirección circunferencial del movimiento circular del árbol (CSH, CS1, CS2) de la unión de árbol/cubo (SHC) en el espacio hueco (CAV) en un extremo axial del dentado de entalladura (SRT), de modo que un chorro de aceite procedente de la abertura de salida (EOF) puede entrar en la al menos una abertura de entrada (OIN) al menos en determinados tramos de movimiento circular durante el funcionamiento.
9. Instalación de energía eólica (WPP) con un engranaje (TGR) de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores.
10. Instalación de energía eólica (WPP) de acuerdo con la reivindicación 9, en la que un rotor de palas (WNG) de la instalación de energía eólica (WPP) está unido con transmisión de fuerza a un primer árbol portante (CA1) del engranaje (TGR).
11. Instalación de energía eólica (WPP) de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en la que en el rotor de palas (WNG) está previsto un dispositivo de ajuste de paso (PAS),
 - siendo controlado el dispositivo de ajuste de paso (PAS) por medio de líneas de control (PCW), formando las líneas de control (PCW) un conjunto de líneas con la alimentación de aceite (OCP) al conducto de suministro de aceite (OLS).
12. Procedimiento implementado por ordenador para la simulación (SIM) de un engranaje (TGR) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8 y/o una instalación de energía eólica (WPP) de acuerdo con una de las reivindicaciones

9 a 11.

13. Producto de programa de ordenador para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12 por medio de al menos un ordenador (CMP).

FIG 1

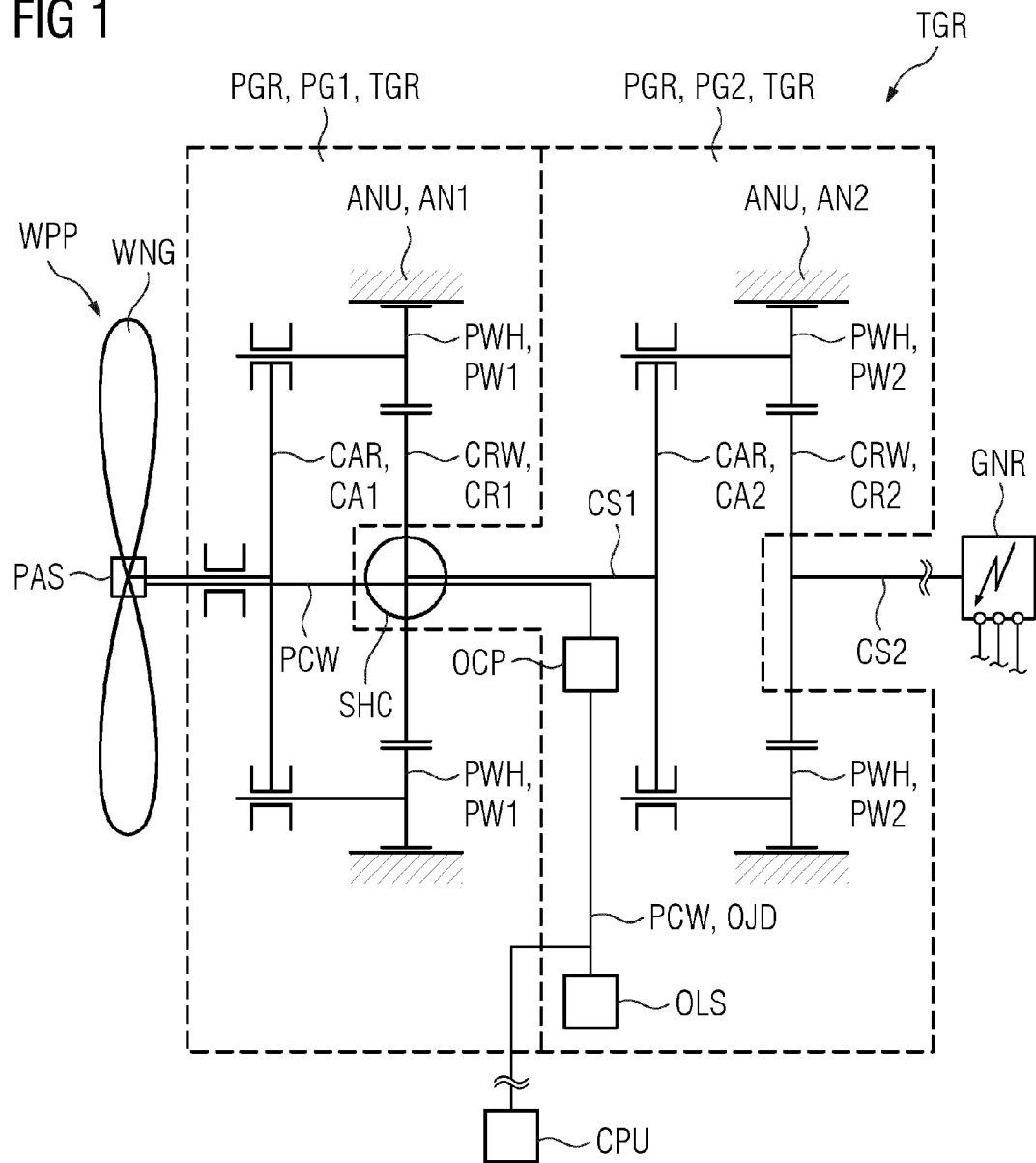


FIG 2

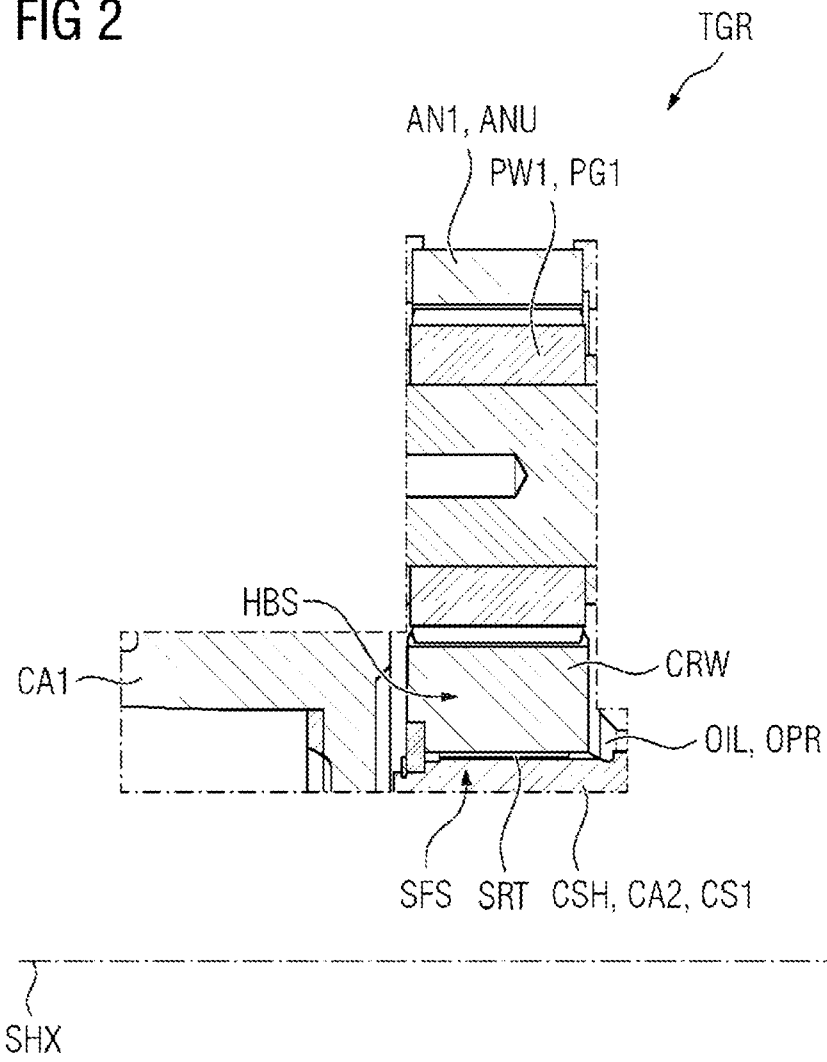


FIG 3

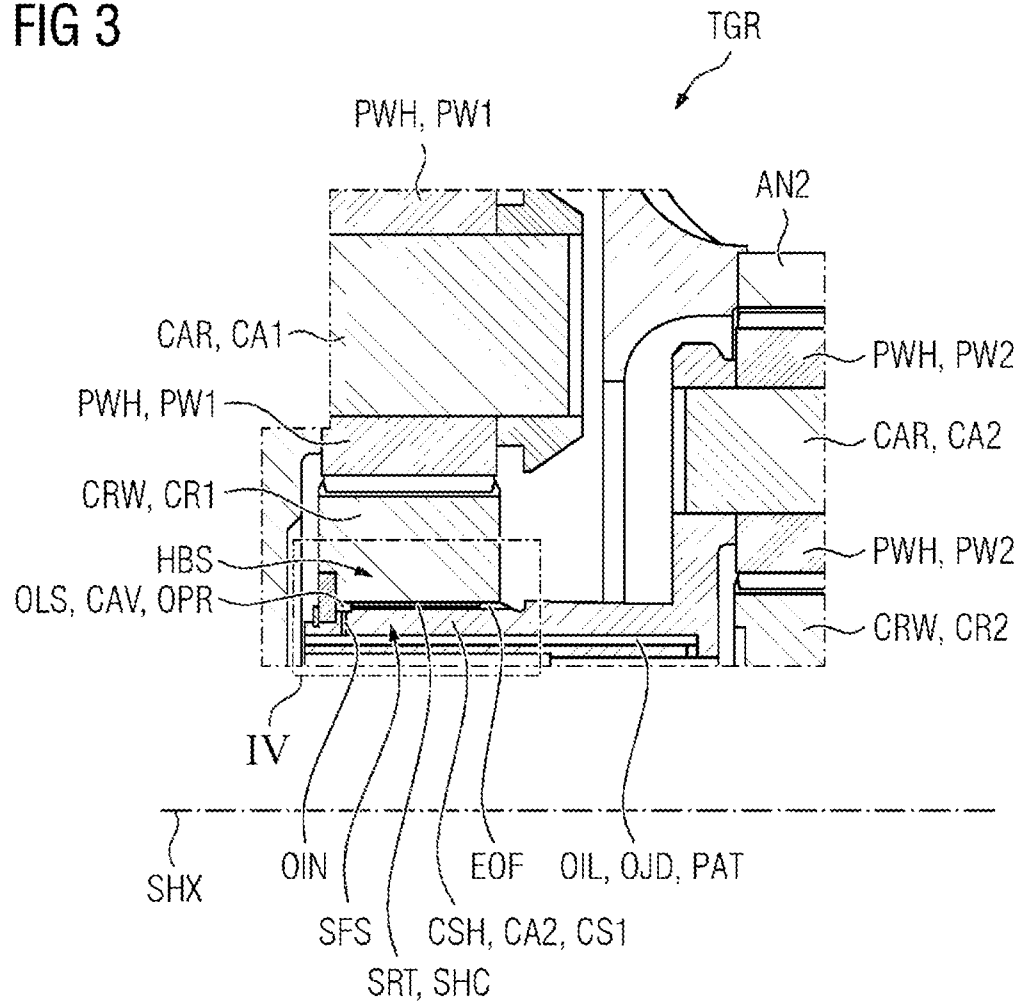


FIG 4

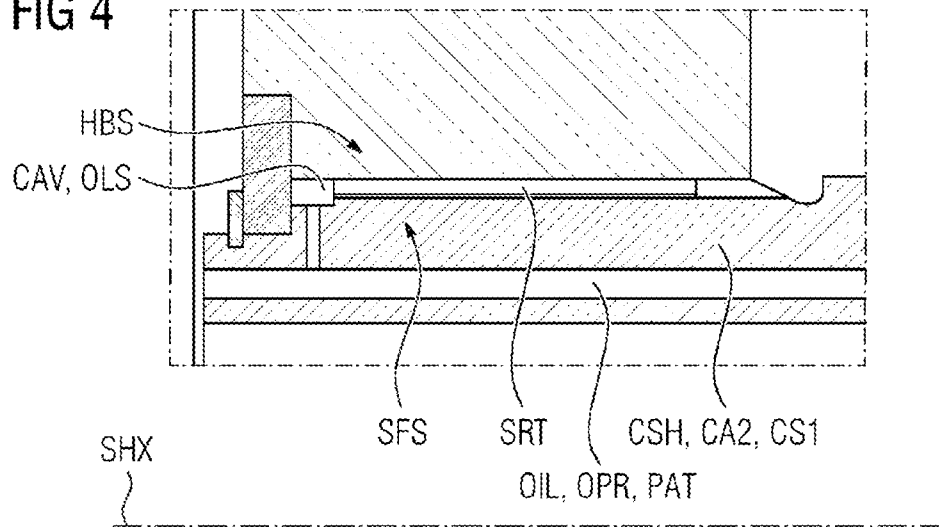


FIG 5

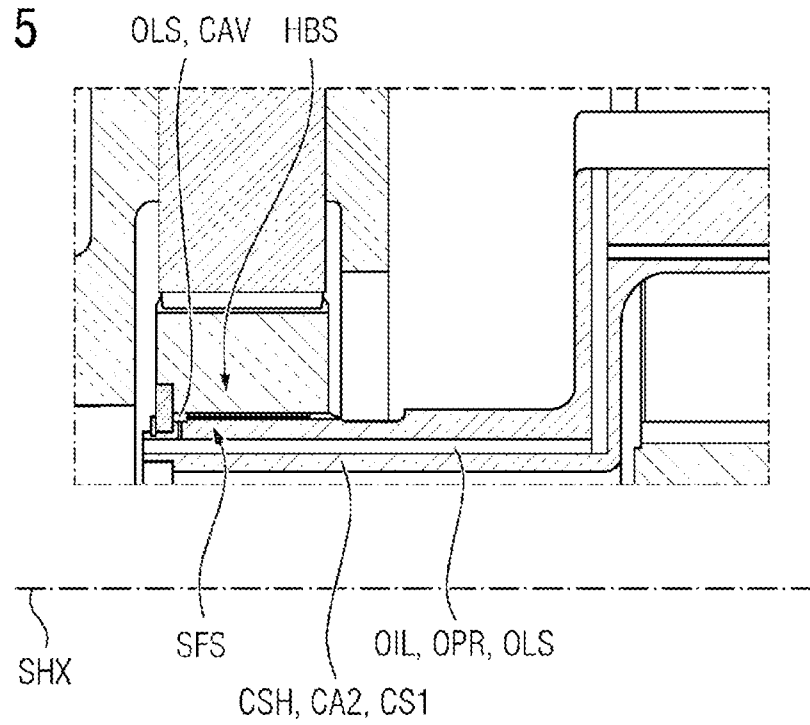


FIG 6

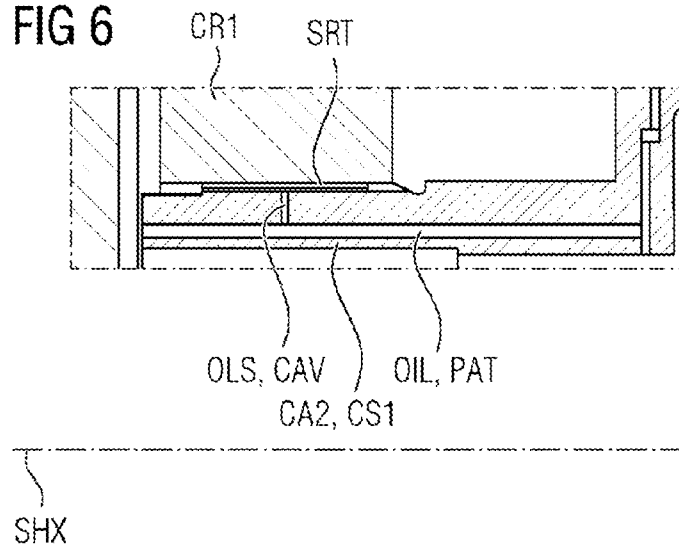


FIG 7

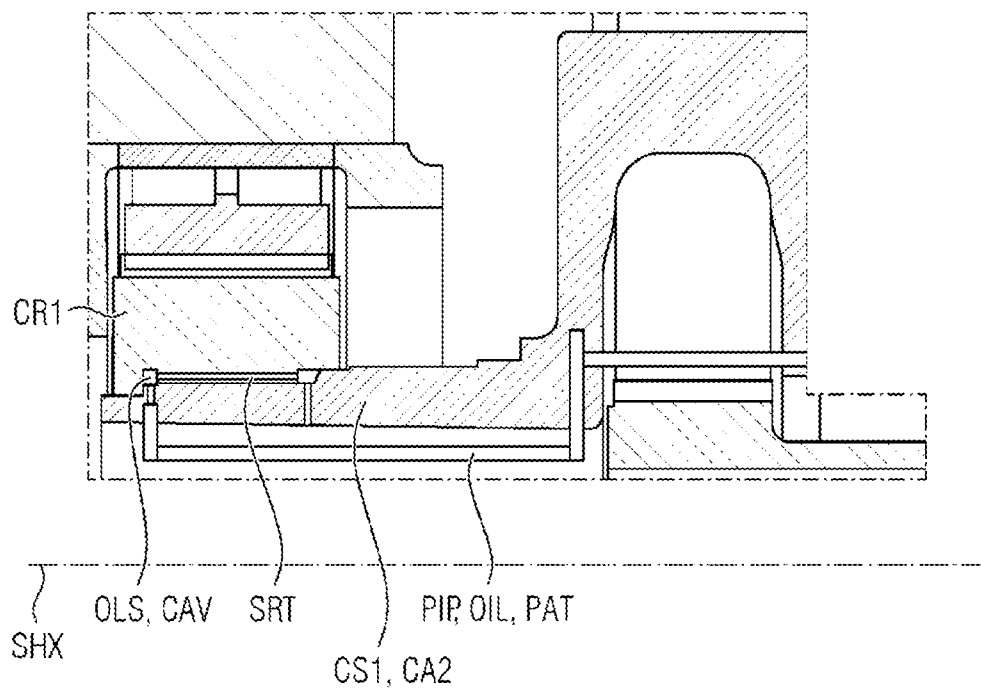


FIG 8

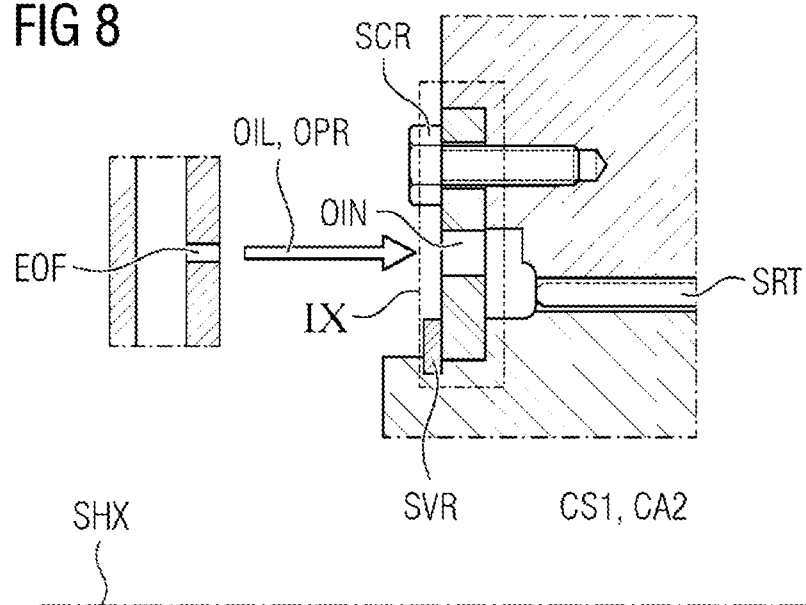


FIG 9

