

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 591 079**

51 Int. Cl.:

F16H 1/46 (2006.01)

F16H 57/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2010** E **10159264 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016** EP **2246562**

54 Título: **Engranaje de un aerogenerador**

30 Prioridad:

17.04.2009 DE 102009017521

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

24.11.2016

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

HOPP, ECKART

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 591 079 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 de un aerogenerador

5 La presente invención se refiere a un engranaje de un aerogenerador con un cárter de aceite así como a un engranaje de múltiples etapas de un aerogenerador. La invención se refiere además a un aerogenerador. Los aerogeneradores de la solicitante de patente se conocen bajo las denominaciones 5M, MM92, MM82, MM70 así como MD77. Los aerogeneradores se pueden construir tanto sobre el suelo (onshore) como en el agua (offshore).

10 En los aerogeneradores los rotores del aerogenerador se unen a través de un sistema de transmisión a un engranaje y a un generador. El aerogenerador suele presentar un árbol de rotor, acoplándose el árbol de rotor por uno de sus extremos al rotor y por el otro extremo al engranaje. Las palas de rotor del aerogenerador se fijan en un cubo de rotor unido a su vez al árbol de rotor. El movimiento de giro del rotor se transmite a través del eje de rotor al engranaje de modo que el engranaje se une funcionalmente al generador a través de una derivación del lado del generador.

15 En los aerogeneradores genéricos el engranaje puede ser de varias etapas, presentando el engranaje por regla general una o varias etapas planetarias así como, en su caso, una o varias etapas de engranaje (etapas de engranaje recto).

20 Con frecuencia la primera etapa de engranaje de un engranaje de múltiples etapas se configura como etapa planetaria, acoplándose el rotor al soporte de ruedas planetarias o a la corona de la etapa planetaria. La etapa planetaria consta generalmente de una rueda satélite alrededor de la cual se disponen varias ruedas planetarias que engranan con la rueda satélite, disponiéndose las ruedas planetarias en un soporte de ruedas planetarias. La rueda satélite, las ruedas planetarias y partes del soporte de ruedas planetarias están rodeadas por una corona, configurándose la corona de modo que engrane con las ruedas planetarias. En función de la dirección de transmisión del engranaje se impulsa la rueda satélite o el soporte de ruedas planetarias o la corona.

25 En los documentos DE-B-103 57 026 así como DE-B-103 34 448 se describen, a modo de ejemplo, aerogeneradores con engranajes de múltiples etapas.

30 Los engranajes de múltiples etapas de los aerogeneradores se enfrían por medio de un circuito de aceite, bombeando una bomba aceite para engranajes, a través de filtros o elementos filtrantes, a un circuito de refrigeración. Los filtros, especialmente filtros gruesos y finos, eliminan las sustancias sólidas o las partículas del aceite para engranajes. El aceite refrigerado se transporta después específicamente, a través de un sistema de tuberías correspondiente, a los componentes sometidos a elevadas cargas térmicas del engranaje y a otros puntos que requieran lubricación, por ejemplo cojinetes o dentados.

35 Por regla general se emplean bombas de accionamiento eléctrico o mecánico para aportar los lubricantes o el aceite a los componentes sometidos a cargas de un engranaje. El aceite se transporta con ayuda de bombas de aceite desde un cárter de aceite o un depósito de reserva de aceite fuera del engranaje y se distribuye por medio de dispositivos de distribución correspondientes entre los componentes del engranaje a abastecer. En el funcionamiento normal de un aerogenerador se prevé una bomba eléctrica para transportar el aceite desde el cárter de aceite de la carcasa del engranaje y bombearlo al interior de un depósito de reserva externo. Desde el depósito de reserva el aceite filtrado se vuelve a transportar a la carcasa y a los correspondientes puntos y componentes del engranaje.

40 En el documento DE-A-10 2007 029 469 se describe, por ejemplo, un engranaje de aerogenerador así como un procedimiento para el suministro de aceite.

En el documento DE-A-37 02 008 se revela además un procedimiento para la lubricación de un engranaje para aerogeneradores.

45 En el documento DE-A-32 31 016 se describe un engranaje para un generador de energía eólica en una torre de máquina. El engranaje presenta un tubo de salida y un tubo de entrada. Además se prevé en el engranaje un conducto de derivación separado como tubo rebosadero, por lo que, al llegar a un nivel del baño de aceite, el aceite rebosa en un conducto de derivación.

50 Partiendo de este estado de la técnica, el objetivo de la invención consiste en proporcionar en el engranaje, preferiblemente de forma permanente, un nivel de llenado de aceite suficientemente alto, tanto durante el funcionamiento como durante la parada o en régimen de barrena de un aerogenerador.

55 Esta tarea se resuelve con un engranaje de un aerogenerador o con un engranaje de aerogenerador con un cárter de aceite perfeccionado por que al menos un conducto de salida de aceite del cárter de aceite dispuesto en o dentro del cárter de aceite presenta un orificio de entrada situado en el cárter de aceite, disponiéndose el orificio de entrada del conducto de salida por debajo de un mínimo predeterminado de un nivel de llenado de aceite (> 0) del cárter de aceite y configurándose en el conducto de salida, por encima del orificio de entrada, una perforación a la altura del mínimo del nivel de llenado de aceite por la que puede fluir o fluye el aceite del cárter de aceite, de modo que durante el funcionamiento del aerogenerador y/o durante la parada y/o durante el régimen de barrena del

aerogenerador se pueda proporcionar, preferiblemente de forma permanente, un nivel de llenado de aceite predeterminado, al menos igual al mínimo del nivel de llenado de aceite o mayor.

5 La invención está basada en la idea de evitar en un engranaje de un aerogenerador que el cárter de aceite se vacíe en el engranaje en cualquier situación de la instalación, por ejemplo estado de funcionamiento (producción de energía), régimen de barrena o parada. Normalmente el aceite se encuentra o se acumula en el cárter de aceite, entendiéndose por cárter de aceite cualquier reserva de aceite. El aceite puede ser un lubricante vegetal, mineral parcialmente sintético o completamente sintético.

10 De acuerdo con la invención el orificio de entrada del conducto de salida se sumerge permanentemente en el cárter de aceite, conectándose al conducto de salida, en el funcionamiento de un aerogenerador, una bomba de aceite para bombear el aceite fuera del cárter de aceite y ponerlo a disposición del circuito de aceite después de su tratamiento en las instalaciones de filtración y/o de refrigeración. El aceite se aspira en el orificio de entrada. Cuando el nivel de llenado de aceite llega al mínimo, en el que se prevé una perforación, por ejemplo un agujero en el conducto de salida, la bomba aspira, en lugar de aceite, sólo aire a través de la perforación. De este modo se evita durante el funcionamiento que el cárter de aceite se vacíe, dado que al alcanzar el mínimo nivel de aceite en el
15 cárter, ya no se aspira aceite del cárter de aceite.

Cuando se llega al mínimo nivel de aceite en el engranaje, no se extrae más aceite del cárter de aceite o del engranaje. De este modo se proporciona siempre una mínima cantidad de aceite predeterminada en el engranaje para los componentes del engranaje a lubricar, independientemente del modo de funcionamiento en el que se encuentre el aerogenerador (producción de energía o régimen de barrena o parada).

20 Como variante de realización ventajosa se proporciona un engranaje perfeccionado en el que en el conducto de salida, por encima del orificio de entrada, se configura una elevación como barrera hidráulica del conducto de salida, por la que el aceite del cárter de aceite puede pasar, especialmente a la altura de un máximo del nivel de llenado de aceite, por lo que se proporciona de forma preferiblemente permanente un nivel de llenado de aceite predeterminado al menos igual al máximo del nivel de llenado de aceite o menor, durante el funcionamiento del aerogenerador y/o
25 durante la parada del aerogenerador.

Por lo tanto es posible que el aceite del cárter de aceite del engranaje no rebase un nivel máximo en el engranaje, de modo que al alcanzar el máximo nivel de aceite el aceite excedente salga de forma independiente y automática por encima de la elevación, independientemente de si se activa o no una bomba de aceite preferiblemente eléctrica conectada al conducto de salida. Para ello se tiene que garantizar la ventilación del conducto de salida.

30 En una variante perfeccionada del engranaje se prevé además que por medio de al menos un conducto de salida se proporcione un nivel de llenado de aceite entre un máximo de nivel de llenado de aceite y el mínimo de nivel de llenado de aceite (> 0). De esta forma la cantidad de aceite del cárter de aceite se mantiene especialmente por autorregulación entre un máximo y un mínimo del nivel de llenado de aceite, con lo que en el cárter de aceite no hay ni demasiado aceite ni demasiado poco.

35 Para ello se prevé además que el nivel de llenado de aceite, especialmente entre el máximo y el mínimo, se proporcione de forma automática o por autorregulación, de manera pasiva, con preferencia con la bomba de aspiración del conducto de salida desconectada, por ejemplo durante la parada o el régimen de barrena del aerogenerador. Así se produce por sí solo, es decir, sin necesidad de conectar una bomba, un nivel de aceite en el engranaje, de modo que siempre haya aceite suficiente en el engranaje, incluso en una situación de fallo, por
40 ejemplo rotura de un manguito de aceite. Se evita así que el fondo del engranaje quede sin aceite.

45 Con el engranaje según la invención se proporciona en conjunto una construcción sencilla y robusta con la que se produce una nivelación pasiva del nivel de aceite en caso de un funcionamiento incorrecto o de fallo del sistema de lubricación de aceite, evitándose además el depósito de partículas del cárter de aceite, dado que en el funcionamiento normal la capacidad de aspiración de una bomba conectada al conducto de salida está dimensionada de manera que, a pesar de la pequeña perforación en el conducto de salida o del orificio de ventilación, las partículas y los depósitos del aceite se aspiren del fondo de la carcasa y se aporten al sistema de filtración. En cambio, si se produce un fallo, el mínimo nivel de aceite se mantiene siempre, con lo que se hace posible un funcionamiento de emergencia del engranaje del aerogenerador durante el cual ya no sale aceite del
50 cárter de aceite cuando el orificio de ventilación o la perforación del conducto de salida aspiran aire.

55 Si el aerogenerador se para, por ejemplo en caso de un fallo de la red, se acumula en el cárter de aceite, en el fondo del engranaje, una gran cantidad de aceite repartido por todo el engranaje en los cojinetes, dentados, piezas de la carcasa, etc.. Para evitar un nivel de aceite demasiado alto del cárter de aceite en el engranaje como consecuencia de una parada durante el funcionamiento normal, en la que las piezas de engranaje en movimiento calientan el aceite a causa de las pérdidas por chapoteo y/o existe el riesgo de formación de espuma, el aceite excedente por encima del nivel máximo se extrae del engranaje a través del conducto de salida. El aceite
60 espumante en el engranaje, por ejemplo, ya no puede garantizar una lubricación fiable de los componentes.

Debido a la subida del aceite hasta el nivel máximo con la posterior salida del aceite sobrante o la extracción del mismo a través del conducto de salida, se garantiza que el nivel de aceite del cárter de aceite no pueda subir pasivamente por encima del nivel máximo. De acuerdo con la idea según la invención se limitan de este modo pasivamente el nivel mínimo de aceite y el nivel máximo de aceite. Entre el nivel mínimo y el nivel máximo de aceite

existe especialmente una distancia suficiente para evitar que el nivel de aceite descienda durante el funcionamiento normal por unos instantes al mínimo y que la bomba de aceite preferiblemente eléctrica conectada aspire aire.

El aceite evacuado por una bomba de aceite conectada o el depósito del aceite retirado del fondo de la carcasa se aspiran durante el funcionamiento normal y se conducen a un sistema de filtración para eliminar las partículas del aceite.

Una variante perfeccionada del engranaje se caracteriza en especial por que el conducto de salida se ha configurado a modo de un sifón invertido o al estilo de una U colocada preferiblemente de cabeza. El orificio de entrada del conducto de salida se dispone en este caso en el fondo del engranaje y se dota de una perforación o de un orificio de ventilación a la altura del mínimo nivel de aceite del cárter de aceite deseado. En dirección de salida o en dirección de aspiración del conducto de salida, el conducto de salida sube detrás del orificio de entrada o presenta una sección de conducto ascendente que se transforma en una sección de empalme curvada con una elevación, con lo que por medio de la elevación en el conducto de salida se limita un nivel máximo de aceite admisible, configurándose a continuación de la sección de empalme curvada, en una sección de tubería descendente, una salida para el lubricante o aceite hacia una instalación de lubricación con bomba y/o filtro. Al configurar el conducto de salida a modo de un sifón invertido, el codo (inferior) o la curvatura del sifón limita el máximo nivel de aceite del cárter de aceite en el engranaje.

En otra variante perfeccionada se prevé además que el conducto de salida presente por un lado opuesto al cárter de aceite, preferiblemente en dirección de flujo del aceite del cárter de aceite al conducto de salida, una sección de tubería ascendente y/o una elevación por medio de la cual se determina previamente el máximo nivel de llenado de aceite.

En el conducto de salida, por la cara opuesta al cárter de aceite, se dispone especialmente un sistema de aspiración, en especial una bomba. Como sistema de aspiración se prevé una bomba de ruedas dentadas mecánica acoplada al engranaje que en caso de un fallo prolongado de la red o en régimen de barrera suministra aceite suficiente para la lubricación de todas las etapas. Además se prevé como sistema de aspiración (de forma adicional o alternativa) una bomba eléctrica que durante el funcionamiento normal aspira aceite del cárter de aceite según las necesidades.

Para eliminar del engranaje el lodo de aceite o las partículas que se acumulan en la parte inferior del cárter de aceite, se prevé además que el orificio de entrada del conducto de salida se disponga en el área de una zona de recogida para las partículas contenidas en el depósito de aceite.

En el marco de la invención cabe también la posibilidad de que para el engranaje así como para una etapa de engranaje se proporcione permanentemente un nivel de llenado de aceite constante en el cárter de aceite. Esto se consigue, por ejemplo, si el mínimo nivel de llenado de aceite predeterminado del cárter de aceite corresponde al máximo nivel de llenado de aceite. A estos efectos, la perforación del conducto de salida se encuentra a la misma altura que la elevación del conducto de salida.

Se prefiere además que en una etapa de engranaje se configure un conducto de salida o que en varias etapas de engranaje de un engranaje de múltiples etapas se prevea respectivamente al menos un conducto de salida (propio), proporcionándose en una o varias etapas de engranaje un nivel de llenado de aceite predeterminado entre un máximo del nivel de llenado de aceite de la respectiva etapa de engranaje y un mínimo del nivel de llenado de aceite (> 0) de la respectiva etapa de engranaje. También sería posible que para cada etapa de engranaje con conducto de salida propio se proporcionara permanentemente un nivel de llenado de aceite constante.

La tarea se resuelve además por medio de un engranaje de múltiples etapas de un aerogenerador perfeccionado por el hecho de que al menos dos etapas de engranaje presentan respectivamente un cárter de aceite propio con respectivamente un nivel de llenado de aceite predeterminado (< 0), diferenciándose los niveles de llenado de aceite predeterminados de las distintas cajas de aceite de dos etapas de engranaje, especialmente en caso de parada o en régimen de barrera del aerogenerador o del engranaje, caracterizándose el engranaje de múltiples etapas por que una o varias etapas de engranaje se configuran con al menos un conducto de salida, tal como se ha descrito antes de forma general para un engranaje.

La invención se basa en la idea de que en un engranaje con una o varias etapas planetarias así como con una o más etapas de engranaje (etapas de engranajes rectos) cada etapa de engranaje funcione con su propio nivel de llenado de aceite de modo que los componentes de engranaje de cada etapa de engranaje reciban la cantidad suficiente de lubricante. De este modo se proporciona aceite suficiente para cada etapa de engranaje, llevándose los conductos de salida y los conductos de aspiración de las distintas etapas de engranaje hacia un depósito de reserva de aceite común. En el depósito de reserva el aceite se trata en un dispositivo de filtración y mediante refrigeración antes de volver a inyectarlo en las distintas etapas de engranaje.

Una variante perfeccionada del engranaje de múltiples etapas se caracteriza además por que los niveles de llenado de aceite predeterminados de las distintas cajas de aceite de dos etapas de engranaje se proporcionan de manera pasiva de modo automático o a través de la autorregulación, con lo que se ofrece un engranaje de aerogenerador de múltiples etapas, presentando al menos dos etapas de engranaje un cárter de aceite con distintos niveles de llenado de aceite así como con respectivamente un conducto de salida, por medio de los cuales se consigue la regulación

pasiva del nivel de aceite en el cárter de aceite. De este modo se garantiza que cada etapa de engranaje tenga individualmente el nivel de llenado de aceite óptimo desde el punto de vista estructural.

La tarea se resuelve además con un aerogenerador con un engranaje como el antes descrito o con un engranaje de múltiples etapas como el antes descrito. Para evitar repeticiones, se hace expresa referencia a las explicaciones que anteceden.

Otras características de la invención resultan de la descripción de formas de realización según la invención junto con las reivindicaciones y los dibujos adjuntos. Las formas de realización según la invención pueden cumplir algunas de las características o una combinación de varias características.

En lo que sigue, la invención se describe a modo de ejemplo a la vista de ejemplos de realización y sin limitación de la idea general de la invención, señalándose expresamente las figuras en relación con todos los detalles según la invención no explicados específicamente en el texto. Se ve en la

Figura 1 una representación esquemática de un circuito de aceite de un engranaje de un aerogenerador;

Figuras 2a, 2b y 2e una representación esquemática de respectivamente una sección transversal de un conducto de salida en el fondo de un engranaje en sección;

Figura 3 una representación esquemática de variantes perfeccionadas de un conducto de salida;

Figura 4 una representación esquemática de una sección transversal de una carcasa de un engranaje con un conducto de salida;

Figuras 5a a 5c una representación esquemática de respectivamente dos vistas de diferentes placas de diafragma de un conducto de salida en una carcasa de engranaje y

Figura 6 una sección transversal esquemática de un engranaje de múltiples etapas de un aerogenerador, presentando cada etapa de engranaje un conducto de salida.

Las figuras 2c y 2d muestran ejemplos que no son objeto de la invención.

En las siguientes figuras los elementos iguales o similares y las piezas correspondientes se identifican con el mismo número de referencia, por lo que se prescinde de una nueva presentación.

En la figura 1 se representa esquemáticamente un aerogenerador W con un sistema de transmisión. Del sistema de transmisión del aerogenerador se representan las palas de rotor 2, el árbol de rotor 4, el engranaje 6, el árbol del generador 8 y el generador 10. El engranaje 6 se encarga de que una vuelta relativamente lenta del árbol de rotor 4 se transforme en una rotación del árbol del generador 8 con un elevado número de revoluciones.

El engranaje 6 forma parte de un circuito de líquido de engranaje que, además del engranaje 6, comprende un conducto 12 para el aceite de engranaje, una bomba de aceite 14, un filtro de aceite 18 y un conducto de recirculación 20 para el aceite de engranaje. Se puede prever un depósito intermedio de aceite o una cubeta de aceite, aunque aquí no se representen. Por medio del filtro de aceite 18 se filtran las partículas de desgaste del engranaje 6 y se eliminan del circuito.

En las figuras 2a, 2b y 2c así como en las figuras 2d y 2e se representan respectivamente de forma esquemática unas secciones transversales del conducto de salida 30 en el fondo inferior de engranaje 40 de un engranaje (compárese figura 1, referencia 6) de un aerogenerador.

Por encima del fondo de engranaje 40 se recoge el aceite que se encuentra en el engranaje en un cárter de aceite 50. El conducto de salida 30 dispone de un orificio de entrada 32 dispuesto en el cárter de aceite 50 por el lado del cárter de aceite en la zona cercana al fondo del engranaje 40. El conducto de salida 30 se convierte en una sección de conducto ascendente 34 en cuyo extremo se dispone, por la parte superior de la sección del conducto ascendente 34, una pieza de empalme curvada 36. La pieza de empalme 36 se ha configurado a modo de semiarco.

A la pieza de empalme 36 sigue una pieza de conducto recta o una sección de conducto 38 a la que se conecta un conducto para el aceite de engranaje (compárese figura 1, referencia 12), de modo que por medio de una bomba de aceite conectada al conducto de salida 30 se pueda aspirar el aceite del cárter de aceite 50.

En las figuras 2a y 2b la sección de conducto ascendente 34 dispone de un orificio 35 de manera que el aceite del cárter de aceite fluya a través del orificio 35 o de la perforación cuando el nivel del cárter de aceite está por encima del orificio 35. Por medio del orificio 35 se limita el mínimo nivel de llenado de aceite MIN del cárter de aceite 50 en el fondo de engranaje 40, dado que con la bomba de aceite apagada no se puede aspirar aceite del cárter de aceite 50 cuando en el orificio 35 se aspira aire.

Cuando el nivel de llenado de aceite se encuentra por encima del orificio 35, se aspira aceite del cárter de aceite 50, tanto a través del orificio 35 como a través del orificio de entrada 31, con lo que en este caso también se eliminan del interior del engranaje el lodo de aceite o las partículas del aceite que se acumulan en el fondo de engranaje 40.

Cuando el nivel de aceite del cárter de aceite 50 llega al mínimo se garantiza que una cantidad (mínima) predeterminada de aceite permanezca en el engranaje, con lo que se consigue según el ejemplo de realización representado en la figura 2a asegurar un determinado nivel de aceite.

En la figura 2b se representa la situación en la que el nivel de aceite del cárter de aceite 50 alcanza un máximo MAX, con lo que se limita hacia arriba la cantidad máxima de aceite en el cárter de aceite 50. Dado que el conducto de salida 30 se configura en los ejemplos de realización según las figuras 2a y 2b a modo de un sifón invertido, el aceite que llega o que sobre se evacua, una vez alcanzado el máximo nivel de llenado del cárter de aceite 50, a través del punto más alto 37 en dirección de salida de la pieza de empalme curvada 36.

En dirección de salida del aceite del engranaje se encuentra en la pieza de empalme curvada una elevación máxima 37 limitada por el máximo nivel de llenado de aceite MAX. El punto más alto o la elevación 37 como barrera hidráulica se encuentra por la cara interior de la pieza de empalme curvada 36. Incluso en caso de parada de la bomba eléctrica del conducto de salida 30 el aceite salga al llegar al máximo nivel de llenado de aceite dado que la bomba parada no cierra el conducto de salida 30 de forma hermética.

En el caso del ejemplo representado en la figura 2c, que no es objeto de la solución según la invención, el conducto de salida 30 no dispone de ningún orificio en la sección del conducto ascendente 34, por lo que según el ejemplo representado en la figura 2c del conducto de salida 30 el máximo nivel de aceite MAX del cárter de aceite 50 queda limitado. En el ejemplo representado en la figura 2c no se limita el mínimo nivel de aceite, puesto que la sección de conducto ascendente 34 está cerrada.

Frente al ejemplo representado en la figura 2c sin protección de nivel, el conducto de salida 30 del ejemplo de la figura 2d, que tampoco es objeto de la invención, dispone de un conducto de conexión 33 al estilo de un conducto de derivación o de puenteo dispuesto cerca del fondo de engranaje 40 entre la entrada 32 y la sección de conducto recta 38 o entre el extremo inferior de la sección de conducto ascendente 34 y la sección de conducto recta 38 por debajo de la elevación 37.

En el conducto de salida 30 (con protección de nivel) representado en la figura 2e, comparado con el conducto de salida 30 mostrado en la figura 2a, también se configura un conducto de conexión 33 con una válvula 39 entre la entrada 32 o la sección de conducto ascendente 34 y la sección de conducto 38 por debajo del orificio 35 o por debajo del mínimo nivel de aceite MIN.

Dentro o en el conducto de conexión 33 se prevé o dispone una válvula 39 o válvula de control de manera que durante el funcionamiento normal la válvula 39 se encuentre en posición de bloqueo. Con preferencia la válvula 39 es una válvula de construcción sencilla que en caso de cambio del aceite del engranaje, por ejemplo, se abre manualmente durante un tiempo determinado, es decir temporalmente, a fin de permitir la circulación directa y completa del aceite usado a través de la entrada 32 y el conducto de conexión 33 en estos momentos abierto hacia la sección de conducto 38 provista de una salida situada a un nivel más bajo.

Una vez salido o extraído por completo el aceite usado para el cambio del aceite del engranaje a través del conducto de conexión 33 abierto, la válvula 39 se vuelve a cerrar o colocar en posición de bloqueo como elemento de cierre del conducto de conexión (derivación) 33, de modo que se pueda introducir aceite limpio.

Durante la apertura de la válvula 39 del conducto de conexión 33 como conducto de derivación se rodean la perforación y el orificio 35 de la sección del conducto ascendente 34 por los que el aceite puede fluir (compárese figura 2e) y/o la elevación 37 (compárese figura 2d y figura 2e). Durante el funcionamiento normal del engranaje o del conducto de salida 30 la válvula 39 está completamente cerrada.

La válvula 39, configurada a modo de dispositivo de cierre, se realiza preferiblemente de forma que en estado abierto la válvula 39 apenas reduzca la sección transversal del conducto de conexión 39 o que lo haga sólo de manera insignificante.

A diferencia de las formas de realización mostradas, en otras variantes de realización también es posible realizar el cambio de aceite mediante la disposición de salidas de cambio de aceite adicionales. Sin embargo, si el aceite debe aspirarse durante un cambio de aceite con ayuda de una bomba, para eliminar la mayor cantidad posible de partículas acumuladas en el fondo de engranaje 40, es necesario configurar cada salida adicional con tuberías adicionales o realizar otras operaciones.

En la figura 3 se representan dos ejemplos de realización de otro conducto de salida 30 para el aceite del cárter de aceite 50. El conducto de salida derecho 30 se ha configurado a modo de un conducto en forma de S en el fondo del engranaje 40, disponiéndose el orificio de entrada 32 en la zona del fondo del engranaje 40. La sección de conducto ascendente 34 está cerrada y se transforma en la sección de empalme 36 curvada a modo de un cuarto de círculo. Por el lado de la sección de empalme 36 se ha practicado en la sección de empalme 36 un orificio 39 o perforación, por lo que, al descender el nivel de llenado de aceite del cárter de aceite 50 a un mínimo MIN, se aspira a través del orificio 35 aire, con lo que en el ejemplo de realización derecho del conducto de salida 30 el mínimo nivel de aceite en el engranaje queda limitado.

En el ejemplo de realización representado en la parte izquierda de la figura 3 de un conducto de salida 30 se prevé un sifón de brida invertido consistente en una pieza tubular recta 42. La pieza tubular 42 está rodeada por su parte superior por un recipiente de techo 44 al estilo de un vaso o recipiente invertido que por su cara posterior presenta una perforación 45. De este modo se limita también el mínimo nivel de llenado de aceite del cárter de aceite 50 del engranaje.

Cuando el nivel de aceite rebasa el mínimo indicado, el aceite entra a través de la perforación 45 directamente en el conducto de salida 30, por lo que el nivel mínimo corresponde al nivel máximo. El recipiente de techo 44 se alarga ventajosamente hacia abajo hasta la zona del fondo del engranaje, a fin de poder aspirar el lodo de aceite y las partículas con ayuda de la bomba de aceite.

5 Si en el fondo del engranaje 40 se encuentra una cantidad de aceite mayor que la mínima, la bomba de aceite conectada al conducto de salida 30 lo extrae. Si el nivel de aceite desciende de modo que los orificios 39 y 47 queden libres, con lo que las bombas de aceite conectadas a los conductos de salida 30 transportan aire en lugar de aceite, el aire se aspira a través de los orificios 39 y 45.

10 En el ejemplo de realización de un conducto de salida representado en la figura 4, el conducto de salida se integra en la pared exterior de la carcasa del engranaje. Por el lado interior del engranaje 62 de la carcasa de engranaje 60 se disponen además dos placas de separación 64, 66 paralelas y con una distancia predeterminada entre las mismas. La placa de separación interior 64 se monta de manera que quede un espacio libre entre la cara inferior de la placa de separación 64 y el fondo de engranaje 40. La placa de separación exterior 66 se apoya en el fondo del engranaje 60 y termina a una distancia predeterminada respecto a la pared superior de la carcasa de modo que por encima de la placa de separación 66 quede un espacio libre.

15 Por el lado opuesto al engranaje la carcasa 60 dispone en la zona de las placas de separación 64, 66 de un conducto 68 al que se conecta una bomba de aceite. La placa de separación interior 64 presenta un orificio 65 que fija y limita el mínimo nivel de aceite del cárter de aceite 50.

20 El extremo superior de la placa de separación exterior 66 limita el máximo nivel de aceite del cárter de aceite 50. Al llegar el nivel de llenado de aceite el máximo MAX, el aceite sobrante sale entra las placas de separación 64, 66 y por encima de la cara superior de la placa de separación 66 y llega al conducto 68.

25 En las figuras 5a a 5c se representan diversas formas de realización de la placa de separación 64 de la figura 4 en una vista frontal esquemática. La placa de separación 64 dispone de un orificio 65 según el ejemplo de realización de la figura 5a. En el ejemplo de realización según la figura 5b la placa de separación 64 dispone de una ranura 67, fijando el canto superior de la ranura 67 el mínimo nivel de aceite.

La variante de realización con la ranura 67 ofrece la ventaja de que el riesgo de obstrucción es menor que en el caso del orificio 65. Por otra parte la ranura 67 limita el mínimo nivel de aceite de manera muy segura, incluso en caso de una elevada capacidad de aspiración de la bomba.

30 Según las necesidades técnicas de flujo puede ser conveniente emplear, en lugar de la forma de ranura recta representada, cualquier otra forma de realización geométrica de la ranura, especialmente ranuras que se van ensanchando hacia abajo, por ejemplo en forma de triángulo, embudo o parábola. Una conformación de este tipo se muestra, a modo de ejemplo, en la figura 5c. En ensanchamiento de la ranura 67 hacia abajo garantiza una aspiración especialmente efectiva del lodo de aceite o de las partículas del fondo del engranaje.

35 La figura 6 muestra esquemáticamente una sección transversal de un engranaje de múltiples etapas de un aerogenerador que presenta varias etapas de engranaje. El engranaje de múltiples etapas 70 se compone de dos etapas planetarias dispuestas una detrás de otra 72.1, 72.2 conectadas mecánicamente. La segunda etapa planetaria 72.2 se conecta además mecánicamente a la etapa de engranaje recto 74 del engranaje 70.

40 El engranaje de múltiples etapas 70 transforma el bajo número de revoluciones del árbol de rotor 4, a través de varias etapas, en un número de revoluciones elevado de un árbol de accionamiento (no representado) que, por medio de un embrague, impulsa un generador. En el marco de la invención es posible que el engranaje de múltiples etapas 70 presente también una etapa planetaria y dos etapas de engranaje recto o cualquier otra combinación de etapas.

Dado que el sistema de transmisión del aerogenerador se inclina hacia la horizontal en un ángulo predeterminado, se inclinan también las etapas de engranaje hacia la horizontal.

45 Las distintas etapas de engranaje 72.1, 72.2 y 74 se impermeabilizan preferiblemente de forma hidráulica las unas respecto a las otras de manera que el aceite del engranaje de una etapa de engranaje no llegue a las etapas de engranaje contiguas, con lo que en cada etapa de engranaje se consigue un nivel de aceite predeterminado.

50 La etapa planetaria 72.1 dispone, por ejemplo, de un cárter de aceite 150.1 y la segunda etapa planetaria 72.2 de un cárter de aceite 150.2. La etapa de engranaje recto posterior 74 dispone de un cárter de aceite 154. En cada etapa planetaria se dispone además un conducto de salida 130.1, 130.2 y 134 en la zona del fondo de la etapa de engranaje para extraer el aceite de los respectivos cárteres de aceite 150.1, 150.2 y 154.

55 Los conductos de salida 130.1, 130.2 y 134 se configuran especialmente a modo de un conducto de salida como el que se representa en las figuras 2a, 2b. Es decir, los conductos de salida, 130.1, 130.2 y 134 disponen de un orificio de entrada y, en dirección de salida, de una sección de conducto ascendente con una perforación, con lo que se fija el mínimo nivel de aceite en las respectivas etapas de engranaje. Los conductos de salida 130.1, 130.2 y 134 se configuran en forma de sifón invertido, limitándose a causa de la elevación como barrera hidráulica del conducto de salida el máximo nivel de aceite en la etapa de engranaje.

- 5 Dado que en cada etapa de engranaje se configura un conducto de salida según la invención, es posible ajustar la altura de los cárteres de aceite de forma individual y conforme a las necesidades en cada etapa del engranaje de múltiples etapas 70. Debido a la limitación de los niveles de aceite a un mínimo nivel de llenado de aceite en cada etapa de engranaje, se impide en cualquier situación de la instalación que los cárteres de aceite 150.1, 150.2 y 154 se vacíen, incluso en caso de rotura de un manguito de aceite, con lo que se mantienen las características de funcionamiento de las etapas de engranaje 70.1, 70.2, 74 incluso en caso de emergencia o de fallo.
- En conjunto se proporciona con el engranaje 70 un engranaje de múltiples etapas, presentando al menos dos etapas de engranaje un cárter de aceite con niveles de aceite diferentes así como respectivamente un conducto de salida por medio del cual se consigue una regulación pasiva de los niveles de aceite entre un máximo y un mínimo.
- 10 En el marco de la invención resulta lógico que las etapas de engranaje 72.1, 72.2 y 74 presenten respectivamente los correspondientes orificios o salidas para el cambio de aceite.
- 15 Para aspirar el aceite de los cárteres de aceite 150.1, 150.2 y 154 de las etapas de engranaje 72.1, 72.2 y 74 se disponen en los conductos de salida 130.1, 130.2 y 134 las correspondientes bombas mecánicas y bombas eléctricas. Los tres conductos de salida 130.1, 130.2 y 134 se unen en un conducto en el que se dispone una bomba eléctrica de aspiración y una bomba mecánica de ruedas dentadas. La bomba mecánica de ruedas dentadas se dispone, en una de las variantes de realización, directamente detrás de la pared posterior de la etapa de engranaje recto 74, en la parte inferior, por lo que aspira el aceite a través del conducto de salida 134 de la etapa de engranaje recto 74.
- 20 En el marco de la invención también cabe la posibilidad de que las dos etapas planetarias 72.1, 72.2 presenten rebosaderos adicionales por los que el aceite salga a la etapa de engranaje recto si el nivel de aceite en las etapas de engranaje recto 72.1, 72.2 es demasiado alto. Por consiguiente, una bomba mecánica puede transportar la cantidad suficiente de aceite para la lubricación de todas las etapas de engranaje, incluso durante un fallo prolongado de la red del aerogenerador y/o en régimen de barrena del aerogenerador, dado que el aceite de los cárteres de aceite siempre sale hacia la etapa de engranaje trasera.
- 25 También es posible imaginarse que en la etapa de engranaje recto 74 posterior sólo se limite el máximo nivel de aceite del cárter de aceite 154, dado que especialmente en la etapa de engranaje recto 74 con un alto número de revoluciones existe el riesgo de que se forme espuma en el aceite a causa de la elevada velocidad de giro de los componentes.
- 30 Todas las características indicadas, también las que se deducen de los dibujos así como características individuales reveladas en combinación con otras características, se consideran por sí solas y en combinación como esenciales para la invención. Las formas de realización según la invención se pueden cumplir por medio de características individuales o de una combinación de varias características.

Lista de referencias

- 35 2 Palas de rotor
- 4 Árbol de rotor
- 6 Engranaje
- 8 Árbol de engranaje
- 10 Generador
- 40 12 Conducto para el aceite de engranaje
- 14 Bomba de aceite
- 18 Filtro de aceite
- 20 Conducto de recirculación para el aceite de engranaje
- 30 Conducto de salida
- 45 32 Orificio de entrada
- 33 Conducto de conexión
- 34 Sección de conducto ascendente
- 35 Perforación
- 36 Arco de empalme
- 50 37 Elevación
- 38 Sección de conducto

	39	Válvula
	40	Fondo del engranaje
	42	Pieza tubular
	44	Recipiente de techo
5	50	Cárter de aceite
	60	Carcasa de engranaje
	62	Interior de la carcasa
	64	Placa de separación
	65	Perforación
10	66	Placa de separación
	67	Ranura
	68	Conducto
	70	Engranaje
	72.1	Etapa planetaria
15	72.2	Etapa planetaria
	74	Etapa de engranaje recto
	130.1, 130.2	Conducto de salida
	134	Conducto de salida
	150.1	Cárter de aceite
20	150.2	Cárter de aceite
	154	Cárter de aceite
	W	Aerogenerador

REIVINDICACIONES

- 5 1. Engranaje (6) de un aerogenerador (W) con un cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154), presentando al menos un conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) dispuesto en o dentro del cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154) para el aceite del cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154) un orificio de entrada (32) dispuesto en el cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154), disponiéndose el orificio de entrada (32) del conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) por debajo de un mínimo predeterminado mayor que cero de un nivel de llenado de aceite del cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154), caracterizado por que en el conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) se configura por encima del orificio de entrada (32) una perforación (35) por la que fluye o puede fluir el aceite del cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154) a la altura del mínimo del nivel de llenado de aceite, de modo que se pueda proporcionar, preferiblemente de forma permanente, un nivel de llenado de aceite predeterminado por lo menos igual o mayor que el mínimo del nivel de llenado de aceite durante el funcionamiento del aerogenerador (W) y/o durante la parada del aerogenerador (W).
- 15 2. Engranaje (6) según la reivindicación 1, caracterizado por que en el conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) se configura por encima del orificio de entrada (32) una elevación (37) del conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) por la que puede fluir el aceite del cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154) a la altura del máximo nivel de llenado de aceite de modo que se proporcione, preferiblemente de forma permanente, un nivel de llenado de aceite predeterminado al menos igual o menor que el máximo nivel de llenado de aceite durante el funcionamiento del aerogenerador (W) y/o durante la parada del aerogenerador (W).
- 20 3. Engranaje (6) según la reivindicación 2, caracterizado por que por medio del al menos un conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) se proporciona un nivel de llenado de aceite entre un máximo del nivel de llenado de aceite y el mínimo mayor que cero del nivel de llenado de aceite.
- 25 4. Engranaje (6) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) se configura a modo de un sifón invertido o al estilo de una U puesta preferiblemente de cabeza, de modo que el nivel de llenado de aceite se proporciona de manera pasiva, de forma automática por autorregulación.
- 30 5. Engranaje (6) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) presenta por un lado opuesto al cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154), preferiblemente en dirección de flujo del aceite que sale del cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154) al conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134), una sección de conducto ascendente (34) y una elevación (37) por medio de la cual se fija el máximo del nivel de llenado de aceite.
- 35 6. Engranaje (6) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que en el conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) se dispone, por un lado opuesto al cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154), un dispositivo de aspiración, especialmente una bomba.
- 40 7. Engranaje (6) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el orificio de entrada (32) del conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) se dispone en el área de una zona para la recogida de las partículas contenidas en el cárter de aceite (50, 150.1, 150.2, 154).
- 45 8. Engranaje (6) según una de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizado por que el conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134) se configura en una etapa de engranaje del engranaje (6) o por que en varias etapas de engranaje (72.1, 72.2, 74) de un engranaje de múltiples etapas (6) se prevé respectivamente al menos un conducto de salida (30, 130.1, 130.2, 134), proporcionándose en una o varias etapas de engranaje (72.1, 72.2, 74) un nivel de llenado de aceite predeterminado entre un máximo del nivel de llenado de aceite de la respectiva etapa de engranaje (72.1, 72.2, 74) y un mínimo mayor que cero del nivel de llenado de aceite de la respectiva etapa de engranaje.
- 50 9. Engranaje de múltiples etapas (6) de un aerogenerador (W), caracterizado por que al menos dos etapas de engranaje (72.1, 72.2, 74) presentan respectivamente un cárter de aceite propio (50, 150.1, 150.2, 154) con un nivel de llenado de aceite proporcionado predeterminado mayor que cero, diferenciándose los niveles de llenado de aceite predeterminados de los distintos cárteres de aceite (50, 150.1, 150.2, 154) de dos etapas de engranaje (72.1, 72.2, 74), especialmente durante la parada del engranaje (6), configurándose una o varias etapas de engranaje (72.1, 72.2, 74) como engranaje según una de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Aerogenerador (W) con un engranaje (6) según una de las reivindicaciones 1 a 8 o con un engranaje de múltiples etapas (6) según la reivindicación 9.

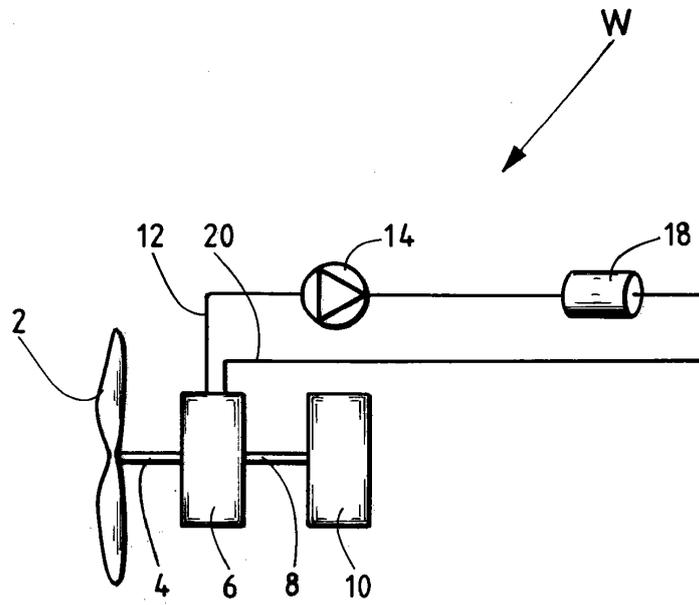


FIG. 1

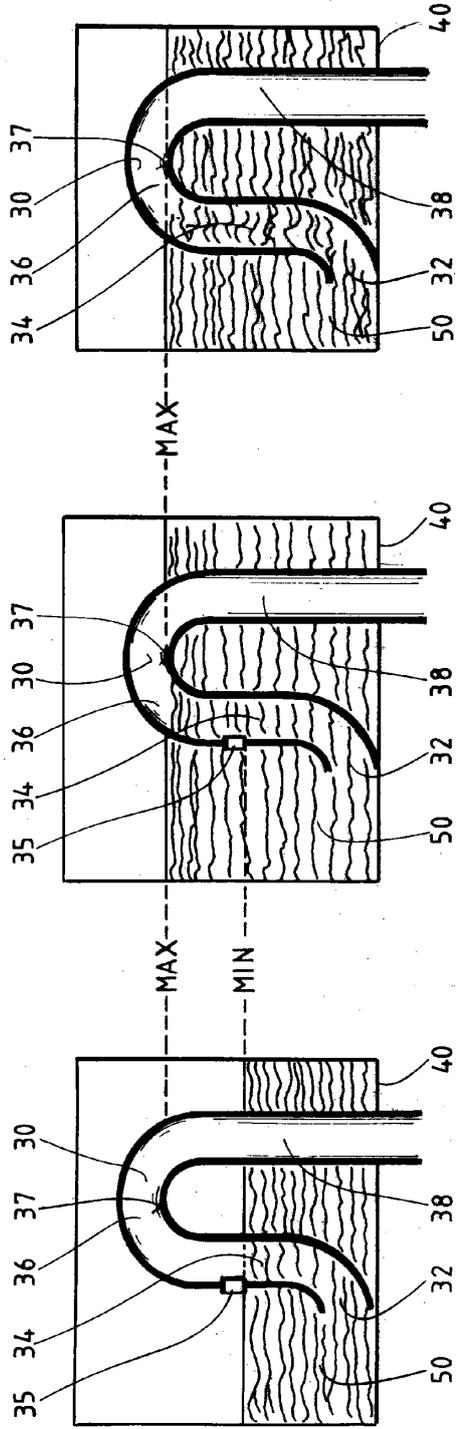


FIG. 2a

FIG. 2b

FIG. 2c

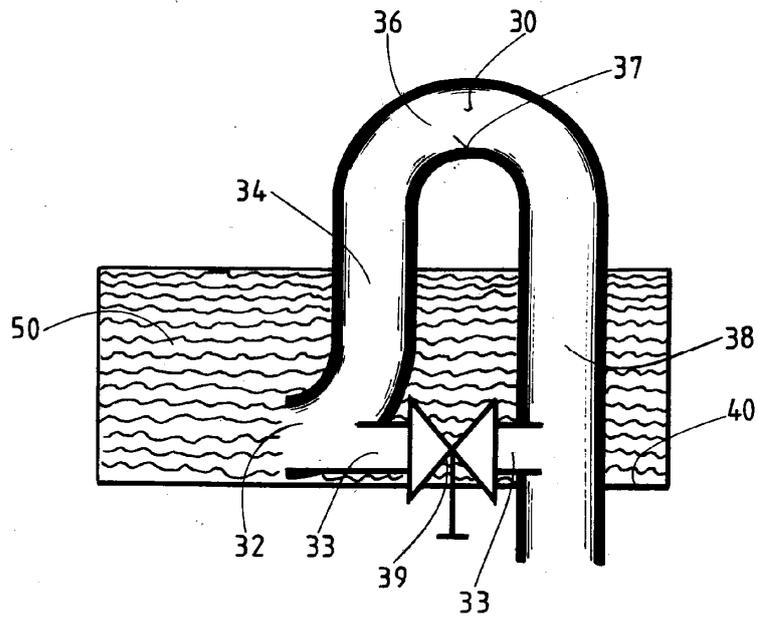


FIG. 2d

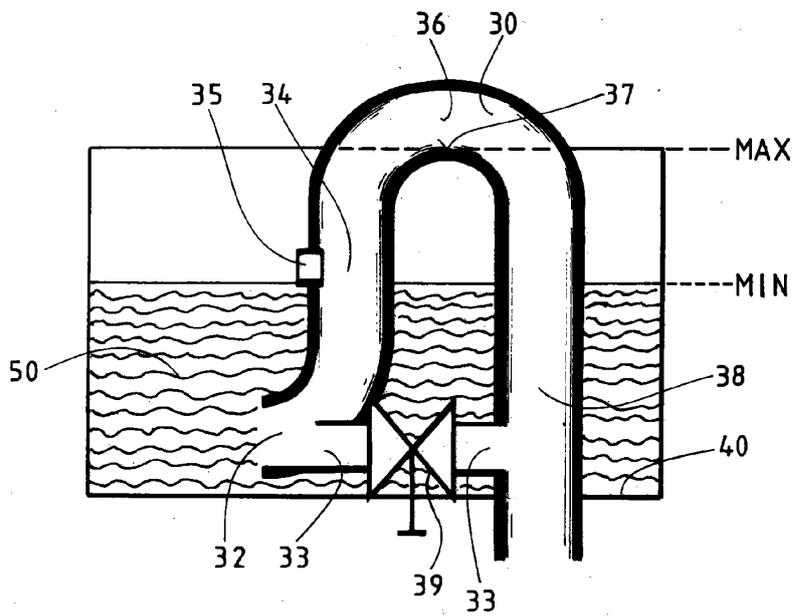


FIG. 2e

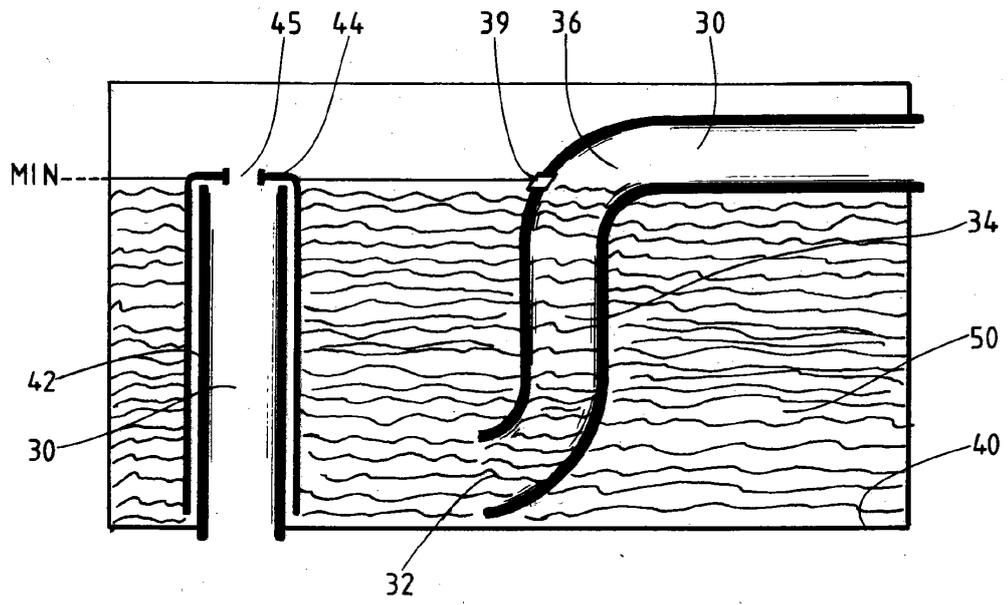


FIG. 3

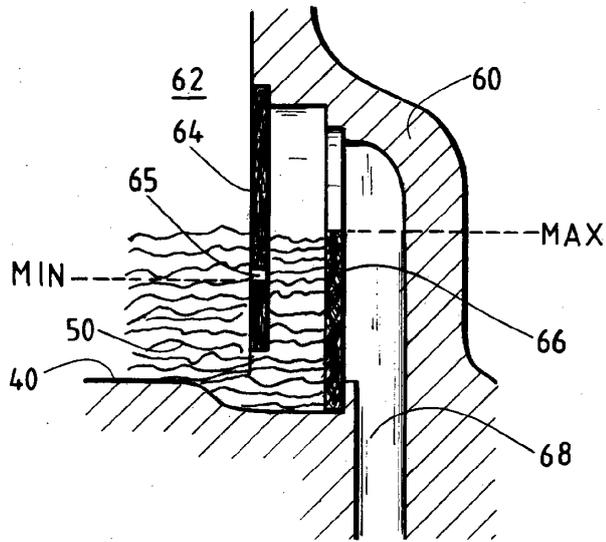


FIG. 4

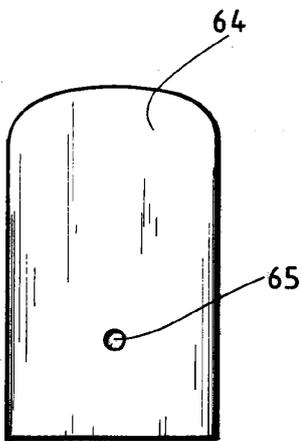


FIG. 5a

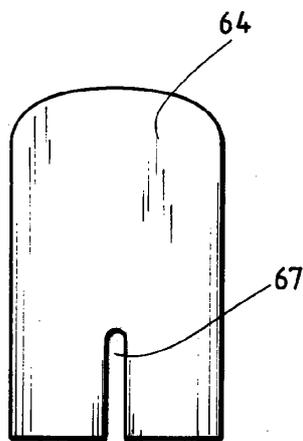


FIG. 5b

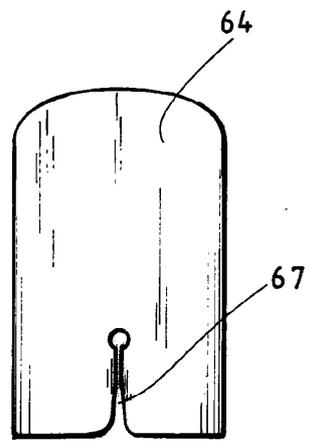


FIG. 5c

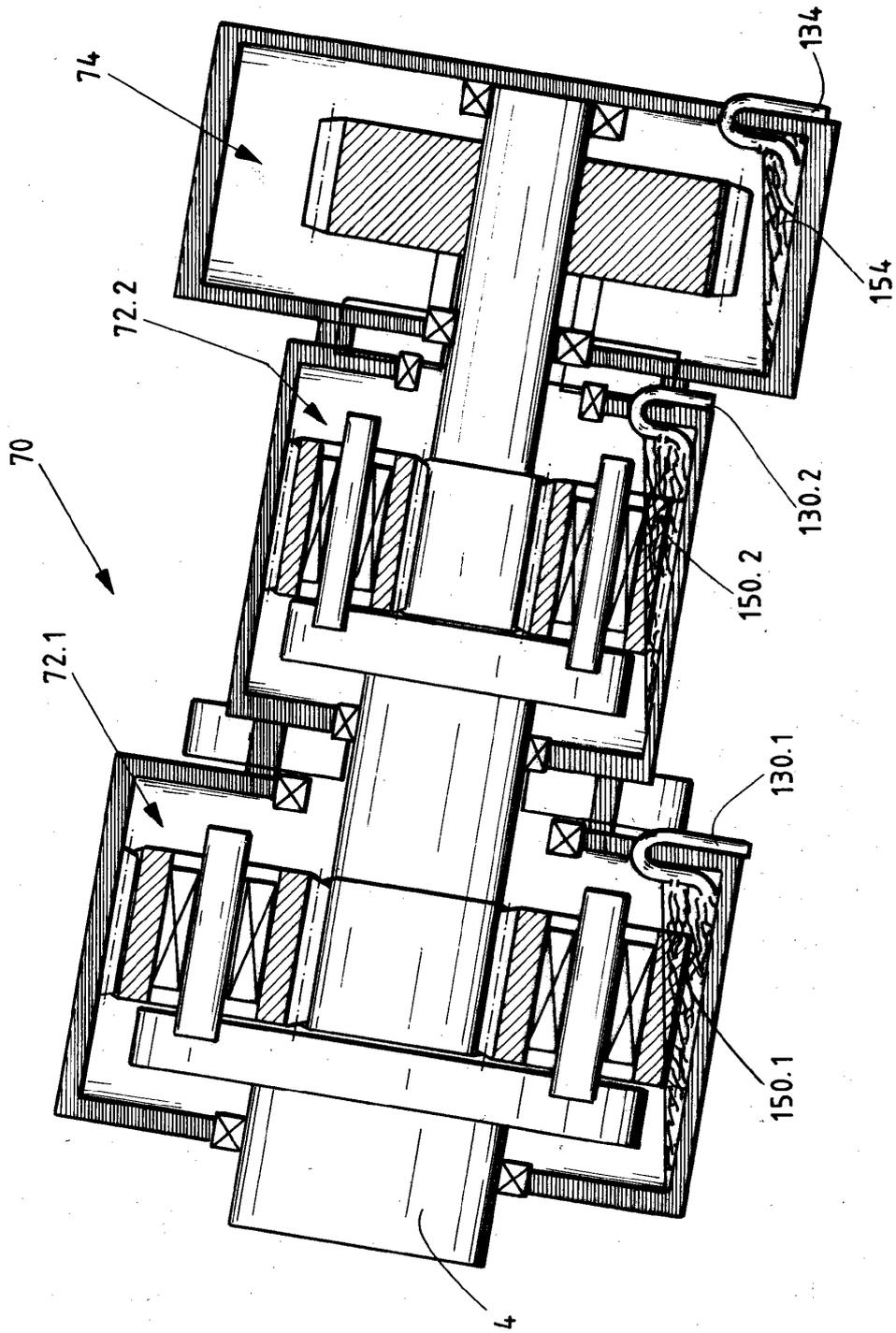


FIG. 6