

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 234**

51 Int. Cl.:

F16H 57/04

(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2022** **PCT/EP2022/052258**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2022** **WO22171479**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2022** **E 22702731 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2024** **EP 4291807**

54 Título: **Sistema para reducir las pérdidas de potencia de los dientes en una caja de engranajes**

30 Prioridad:

11.02.2021 EP 21290005

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

08.11.2024

73 Titular/es:

FLENDER-GRAFFENSTADEN S.A.S. (100.0%)
1, rue du Vieux Moulin
67402 Illkirch-Graffenstaden, FR

72 Inventor/es:

JALLAT, ERIC;
GAULIER, THOMAS y
MARMAGNE, THOMAS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 986 234 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

Sistema para reducir las pérdidas de potencia de los dientes en una caja de engranajes

- 5 La invención se refiere al campo técnico de las cajas de engranajes (también denominadas transmisiones) que comprenden engranajes mecánicos, y se refiere, más precisamente, a las pérdidas de potencia de los dientes en tales cajas de engranajes.

- 10 Los mecanismos de engranajes conocidos en la técnica encajan por lo general en un alojamiento (o carcasa) y comprenden al menos dos engranajes, en concreto, un primer engranaje y un segundo engranaje, que son partes dentadas, y cada uno asegurado a un árbol que gira en cojinetes unidos al alojamiento. Los dientes de dichos engranajes están acoplados entre sí de modo que el giro de uno de los engranajes acciona el otro engranaje en giro. El alojamiento forma por tanto una carcasa de transmisión usada, por ejemplo, para el accionamiento de generadores por turbinas. El alojamiento y el mecanismo de engranajes instalado dentro de dicho alojamiento forman la denominada
- 15 caja de engranajes que se usa normalmente para convertir un par y una velocidad de una máquina giratoria, que es, por ejemplo, la fuente de alimentación giratoria, a un par y velocidad adaptados para otra máquina o dispositivo giratorio.

- 20 La presente invención está más particularmente interesada en las turbo cajas de engranajes, es decir, transmisiones de alta velocidad, caracterizadas por una velocidad de línea de paso comprendida entre 60 y 180 m/s.

- 25 La conversión del par y la velocidad indudablemente da como resultado pérdidas de potencia que los fabricantes buscan minimizar. La presente invención se centra más particularmente en las pérdidas de potencia de los dientes (en lo sucesivo "TPL") que aparecen notablemente en las turbo cajas de engranajes. Estos TPL pueden originarse a partir de:

- Fricción dentro de la caja de engranajes, en particular, entre los engranajes;
- Efecto de bombeo, que proviene de una cantidad no adecuada de aceite lubricante usado para lubricar un área de
- 30 - Resistencia al viento procedente de la velocidad de giro de los engranajes que accionan los fluidos circundantes en movimiento;
- Chorros de aceite que no están adecuadamente orientados y/o con un flujo excesivo.

- 35 Para reducir la TPL, los fabricantes han propuesto diferentes soluciones. Una solución se basa en un vacío, por ejemplo, un vacío parcial, creado en el alojamiento de los engranajes mecánicos para reducir las pérdidas aerodinámicas. Otras soluciones se basan en una encapsulación estrecha de los engranajes para reducir las pérdidas por efecto del viento. Otros sistemas se centraron en el enfriamiento de los engranajes. Efectivamente, se sabe que el calor inducido en el área de mallado en la que los dientes de engranaje están acoplados durante la operación se disipa principalmente por un lubricante que sirve al mismo tiempo para la lubricación de dicha área. Aumentar el flujo
- 40 de lubricante en esta área enfriará, por un lado, aún más dicha área, pero por otro lado, y desafortunadamente, aumenta también considerablemente las pérdidas de potencia. Por este motivo, los fabricantes han propuesto dispositivos de enfriamiento adicionales para mantener el sistema eficiente mientras se mantiene el flujo de lubricante a un valor razonable, es decir, que no aumenta las pérdidas de potencia. Los dispositivos de enfriamiento conocidos en la técnica comprenden, por ejemplo, conductos de enfriamiento configurados para enfriar una pared envolvente
- 45 que encierra los engranajes. Sin embargo, dicha solución impide un fácil acceso a las diferentes partes de la caja de engranajes y hace, por tanto, que las acciones de mantenimiento sean más complejas y complicadas.

- 50 El documento US 2019/195335 A1 muestra un sistema para reducir la TPL en una caja de engranajes con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

- El documento US 2020/132183 A1 muestra una caja de engranajes con engranajes engranados, en donde se proporcionan protectores internos que cubren una parte de los engranajes dentro de un alojamiento de la caja de engranajes.

- 55 El documento US 2018/313443 A1 muestra un engrane de engranaje cilíndrico con dos engranajes engranados, en donde cada engranaje comprende un árbol soportado en ambos axiales en una placa respectiva. Se proporciona un protector entre las placas ligeramente separadas del engranaje asociado que abarca una parte circunferencial de este engranaje.

- 60 Por tanto, las soluciones conocidas suelen ser complejas y, por lo tanto, aún se necesitan soluciones simples y eficientes, que, en particular, no complejizan las acciones de mantenimiento.

- Un objetivo de la presente invención es proponer un sistema simple y eficiente para reducir la TPL en una caja de engranajes.

- 65 Este objetivo se resuelve mediante las medidas tomadas de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Las

reivindicaciones dependientes se proponen por las realizaciones ventajosas adicionales.

La presente invención se refiere, por tanto, a un sistema para reducir la TPL en una caja de engranajes, comprendiendo el sistema un conjunto de dos placas verticales independientes configuradas para instalarse dentro de un alojamiento de la caja de engranajes para separar un primer flujo de aceite usado para enfriar y/o lubricar los dientes de los engranajes dentados de la caja de engranajes de un segundo flujo de aceite usado para lubricar/enfriar cojinetes hidrodinámicos que soportan los árboles giratorios de la caja de engranajes, estando los engranajes dentados montados en o fijados a dichos árboles giratorios. Cada placa vertical está montada lateralmente (con respecto a la dirección axial de los árboles giratorios) entre los engranajes dentados de la caja de engranajes y los cojinetes que soportan los árboles de giro a los que se fijan los engranajes dentados, quedando estos últimos intercalados entre las dos placas verticales. Las placas se denominan "placas verticales" porque están montadas sustancialmente perpendiculares a los árboles giratorios. Un espacio comprendido entre 10-40 mm se gestiona preferiblemente lateralmente entre el lado de los engranajes dentados y la placa vertical para permitir el desplazamiento axial cuando sea necesario.

La presente invención se refiere también a una caja de engranajes que comprende dicho sistema para reducir la TPL. Como se conoce en la técnica, dicha caja de engranajes comprende al menos dos engranajes dentados engranados, estando cada uno de los al menos dos engranajes dentados unido a dicho árbol giratorio y pudiendo girar alrededor de un eje de giro del árbol giratorio, estando cada árbol giratorio montado de este modo de manera giratoria alrededor de dicho eje de giro en cojinetes preferiblemente soportados por el alojamiento de la caja de engranajes.

El conjunto de placas verticales comprende, por tanto, al menos dos placas verticales, estando cada placa vertical configurada para instalarse de manera extraíble dentro de dicho alojamiento, entre los cojinetes que soportan los árboles giratorios y los engranajes dentados, una placa vertical a cada lado de los engranajes dentados para que estos últimos se intercalen entre las placas verticales, siendo dichas placas verticales independientes entre sí en el sentido de que pueden instalarse una tras otra dentro de dicho alojamiento, es decir, las placas verticales están libres de medios de fijación definitivos que las unirían como una soldadura. La ventaja es permitir el montaje y desmontaje del sistema de acuerdo con la invención en cajas de engranajes ya existentes. De acuerdo con la presente invención, cada placa vertical comprende dos aberturas, cada abertura ajustada a uno de dichos árboles giratorios.

Las placas verticales de acuerdo con la invención comprenden un conjunto de protectores para separar los flujos de aceite dentro del alojamiento de la caja de engranajes, en concreto:

- uno o varios protectores externos para separar el primer flujo de aceite configurado para enfriar y/o lubricar los engranajes dentados del segundo flujo de aceite configurado para enfriar y/o lubricar los cojinetes. Los protectores externos están montados en el lado de las placas verticales 2 que se dirige hacia el exterior del alojamiento 10, por tanto, en un espacio comprendido entre la placa vertical 2 y una pared del alojamiento 10; y/o
- uno o varios protectores internos para limitar o evitar una recirculación del aceite de enfriamiento de los engranajes dentados dispersado por el giro de los engranajes dentados, y el correspondiente flujo de aceite de los mismos que es más precisamente un flujo de mezcla de aire-aceite. Los protectores internos están montados en el lado de las placas verticales 2 que se dirige hacia los engranajes dentados 11, 12, por tanto, en un espacio comprendido entre las dos placas verticales 2.

Preferiblemente, cada placa vertical comprende o está formada por una placa inferior y una placa superior que están configuradas para disponerse o instalarse verticalmente una encima de la otra para formar dicha placa vertical, en donde preferiblemente un borde de cada una de dichas aberturas pertenece a la placa inferior y otro borde de cada una de dichas aberturas pertenece a la placa superior para permitir el montaje de las placas inferior y superior alrededor de los árboles giratorios, resultando dicho montaje en que dicho borde y dicho otro borde se ajustan a la circunferencia del árbol giratorio y rodean a este último. Efectivamente, de acuerdo con la presente invención, cada placa vertical está configurada para instalarse dentro de dicho alojamiento con las dos aberturas, cada una ajustada alrededor de uno de los árboles giratorios.

Preferiblemente, cada placa vertical comprende para cada cojinete dicho escudo externo para separar el primer flujo de aceite del segundo flujo de aceite. Dicho protector externo está configurado para rodear una parte superior del cojinete - por lo tanto, es una especie de defensa o cubierta - y para guiar el segundo flujo de aceite hacia un receptáculo configurado para recoger dicho segundo flujo de aceite. Preferiblemente, dicho protector externo comprende una primera parte fijada a la placa superior y una segunda parte fijada a la placa inferior, siendo la primera y la segunda partes preferiblemente una placa curva y una placa plana. Preferiblemente, la segunda parte comprende dos placas secundarias, por ejemplo, placas rectangulares, dirigidas, por ejemplo, de acuerdo con la longitud de dichas placas rectangulares, hacia la parte inferior de la placa inferior (por ejemplo, hacia dicho receptáculo), en donde la primera parte del protector externo rodea dicha parte superior del cojinete y encaja (es decir, sus extremos ubicados a cada lado del ajuste del cojinete) entre las dos placas secundarias, de modo que las placas secundarias formen una extensión de la primera parte de protector en la placa inferior, extendiéndose dicha extensión hacia la parte inferior de la placa inferior. Por lo tanto, cada uno de dichos protectores externos (uno para cada cojinete que soporta un árbol giratorio) está configurado para recoger el segundo flujo de aceite que se dispersa durante el funcionamiento de los cojinetes de la caja de engranajes y para guiar dicho segundo flujo de aceite hacia la parte inferior de la caja de

engranajes, es decir, hacia dicho receptáculo. De acuerdo con la presente invención, cada punto de una de dichas placas secundarias está separado de un punto de la otra placa secundaria por una distancia mayor que el diámetro del cojinete que rodea para permitir una fácil instalación de la placa inferior dentro del alojamiento. La construcción técnica descrita anteriormente presenta la ventaja de que las gotas de aceite de dicho segundo flujo de aceite llegan a la pared interna de dicho protector externo (es decir, la pared de protector dirigida hacia el cojinete, es decir, cuyo vector normal de superficie apunta hacia el cojinete) durante el funcionamiento de la caja de engranajes, y fluyen a lo largo de dicha pared por gravedad hacia el receptáculo. La placa vertical puede comprender además uno o varios calzos montados en el lado de la placa vertical que comprende dicho protector externo y configurados para descansar contra una pared lateral de la carcasa, sirviendo como tope para la placa vertical.

Dicho protector interno para evitar una recirculación comprende al menos una placa anti-recirculación configurada para evitar o limitar el aceite de enfriamiento del primer flujo de aceite a recircular. Las placas anti-recirculación están ubicadas dentro del alojamiento, después (de acuerdo con la dirección de giro de los engranajes dentados) una zona de pulverización ubicada en la superficie externa del engranaje dentado y definida por un sistema de enfriamiento de dientes ubicado dentro del alojamiento, estando dichas placas anti-recirculación configuradas para evitar que una mezcla de aire-aceite sea impulsada por el giro de los engranajes dentados hacia el área de mallado (es decir, siguiendo una trayectoria curva, sustancialmente circular, que conduce al área de engranado), en donde dicha mezcla de aire-aceite resulta de una expulsión dentro de la zona de pulverización y por una boquilla de enfriamiento del sistema de enfriamiento del aceite de enfriamiento dirigido hacia y contra la superficie externa del engranaje dentado. En particular, la al menos una placa anti-recirculación está configurada para fijarse a al menos una de las placas verticales. Se podrían usar otros medios de fijación en cooperación con la fijación a las placas verticales o, como alternativa, a la fijación a la placa vertical, por ejemplo, mediante el uso de medios de fijación como un tornillo para unir las placas anti-recirculación directamente al alojamiento. El sistema de acuerdo con la invención comprende preferiblemente al menos dos placas anti-recirculación, uno para cada engranaje dentado de la caja de engranajes. Preferiblemente, cada placa anti-recirculación comprende una primera extremidad configurada para dirigirse hacia los engranajes dentados y una segunda extremidad opuesta configurada para dirigirse hacia la carcasa. La primera extremidad tiene un borde sustancialmente paralelo al eje de giro, una longitud que se extiende a lo largo de una anchura, preferiblemente toda la anchura, del engranaje dentado, estando dicho borde ubicado cerca de la circunferencia de dicho engranaje dentado, mientras que la segunda extremidad puede comprender un borde ubicado cerca de una pared del alojamiento, preferiblemente ajustado a una geometría de este último, por ejemplo, para descansar sobre este último, extendiéndose dicho borde de la segunda extremidad a lo largo de dicha pared del alojamiento de acuerdo con una longitud preferiblemente igual a dicha anchura del engranaje dentado. Preferiblemente, cada placa anti-recirculación está fijada a al menos una placa vertical, preferiblemente a ambas placas verticales, y define en particular un plano que es sustancialmente perpendicular a la placa vertical. Cada placa anti-recirculación se fija preferiblemente de manera deslizante a la placa vertical para permitir ajustar un espacio que separa la placa anti-recirculación del engranaje dentado, es decir, dicha primera extremidad desde la superficie externa del engranaje dentado. Ventajosamente, las placas anti-recirculación definen dos volúmenes distintos dentro de la carcasa de los engranajes dentados, un primer volumen ubicado por encima de las placas anti-recirculación y los engranajes dentados, y un segundo volumen ubicado por debajo de estos últimos, en donde se evita la mezcla de aire-aceite generada por el sistema de enfriamiento en el segundo volumen (y, por tanto, el correspondiente flujo del mismo), al menos parcialmente, para alcanzar el primer volumen por las placas anti-recirculación.

Preferiblemente, el sistema para reducir las pérdidas de potencia de los dientes en una caja de engranajes de acuerdo con la invención comprende un sistema de enfriamiento que comprende una o varias boquillas de enfriamiento ubicadas debajo de los engranajes dentados y configuradas para dirigir un flujo de aceite de enfriamiento hacia la superficie externa de los engranajes dentados, en particular, al menos una boquilla de enfriamiento que dirige un primer flujo de aceite de enfriamiento hacia uno de los engranajes dentados y al menos una boquilla de enfriamiento que dirige un segundo flujo de aceite de enfriamiento hacia el otro de los engranajes dentados, estando cada boquilla de enfriamiento configurada para expulsar dicho aceite de enfriamiento sobre la superficie externa del respectivo engranaje dentado. Preferiblemente, el ángulo definido por una orientación (o dirección) del chorro de aceite de enfriamiento en la salida de la boquilla de enfriamiento y la superficie externa del engranaje dentado que se enfría por dicho chorro de aceite de enfriamiento está comprendido entre 90° (es decir, el chorro de boquilla, o más precisamente dicha orientación, está orientada radialmente con respecto a la superficie externa del engranaje dentado) y 180° (es decir, dicha orientación es tangencial a la superficie externa). En particular, dicho ángulo se define como el ángulo formado por dos rayos que comienzan en un punto común que es una intersección de dicha orientación o dirección cuando se extiende hasta cortar la superficie externa del engranaje dentado, estando uno de los rayos definido por dicha orientación o dirección cuando se extiende hasta dicho punto común y siendo el otro rayo la tangente a la superficie externa del engranaje dentado en dicho punto común comenzando desde dicho punto común y extendiéndose en la dirección de giro del engranaje dentado, y estando el ángulo de acuerdo con la invención comprendido dentro del intervalo $[90^\circ, 180^\circ]$. De acuerdo con la presente invención, dichas boquillas de enfriamiento están ubicadas después del área de mallado cuando se considera la dirección de giro de los engranajes dentados, generalmente por debajo de estos últimos, de modo que se evita que el aceite de enfriamiento dispersado por el giro de los engranajes dentados alcance el primer volumen y caiga por gravedad hacia un recipiente de aceite. Preferiblemente, el sistema de enfriamiento comprende al menos una boquilla adicional, denominada boquilla de lubricación, dedicada al enfriamiento y/o lubricación del área de mallado, es decir, configurada para tener un chorro de aceite dirigido hacia el acoplamiento de dientes de los engranajes dentados, en donde el flujo de aceite usado para

dicho enfriamiento/lubricación se controla mediante un bucle de retroalimentación en función de una temperatura dentro de la carcasa. Como alternativa, la boquilla o boquillas lubricantes pueden ser parte de un sistema de lubricación independiente que coopera con el sistema de enfriamiento y puede ser controlado por dicho bucle de retroalimentación.

De forma independiente, se proporciona un sistema adicional para reducir las pérdidas de potencia de los dientes en una caja de engranajes, en donde el sistema comprende al menos dos engranajes dentados de mallado constante, cada uno unido a un árbol giratorio soportado por cojinetes y montado dentro de un alojamiento, dos placas verticales configuradas para instalarse dentro de dicho alojamiento entre los cojinetes y los engranajes dentados, uno a cada lado de los engranajes dentados, en donde las placas verticales comprenden uno o varios protectores configurados para separar los flujos de aceite dentro del alojamiento, en donde las placas verticales comprenden uno o varios protectores, denominados en lo sucesivo "protectores externos", montados en el lado de las placas verticales que se dirige hacia el exterior del alojamiento, en donde cada protector externo está formado como una "forma de U" invertida configurada para rodear uno de los cojinetes.

El sistema comprende uno o varios protectores, denominados en lo sucesivo "protectores internos", montados en el lado de las placas verticales dirigidas hacia los engranajes dentados, en donde el protector interno comprende una placa anti-recirculación, en donde al menos una placa anti-recirculación comprende una o varias aletas verticales para romper un flujo axial de una mezcla de aire-aceite. El sistema puede diseñarse además como se ha descrito anteriormente o en lo sucesivo.

A continuación, se describirá una descripción adicional y detalles de la invención basándose en las realizaciones ilustradas por las siguientes figuras, en donde se usan números similares para partes similares y correspondientes:

- 25 Figura 1 Vista en sección transversal de una representación esquemática de una caja de engranajes de acuerdo con la invención.
- Figura 2 Vista ampliada del protector externo de la Figura 1.
- Figura 3 Realizaciones ilustrativas de placas anti-recirculación del sistema para reducir las pérdidas de potencia de los dientes en una caja de engranajes de acuerdo con la invención.
- 30 Figura 4 Ilustración esquemática de una realización preferida de un sistema de enfriamiento del sistema para reducir las pérdidas de potencia de los dientes en una caja de engranajes de acuerdo con la invención.
- Figuras 5 y 6 Ilustración esquemática de un detalle de la placa anti-recirculación de acuerdo con la invención.

La Figura 1 muestra una caja de engranajes 1 que comprende un sistema para reducir la TPL de acuerdo con una realización preferida de la invención. La caja de engranajes 1 comprende engranajes dentados, en concreto, un primer engranaje dentado 11 y un segundo engranaje dentado 12 conocidos en la técnica. Los dientes de los engranajes dentados están unidos por un acoplamiento de mallado entre sí. Este acoplamiento de mallado tiene lugar en un área de mallado M (véase Figura 4). Debido a este acoplamiento de mallado, el giro de los primeros engranajes dentados 11 de acuerdo con la dirección de giro w1 (véase la flecha correspondiente en la Figura 4) acciona en giro los segundos engranajes dentados de acuerdo con la dirección de giro w2 (véase la flecha correspondiente en la Figura 4) o tornillo de banco y viceversa. Cada engranaje dentado está fijado a un árbol giratorio soportado por al menos un cojinete montado dentro de un alojamiento de caja de engranajes 10, permitiendo que el árbol giratorio gire alrededor de su eje de giro. Por ejemplo, el primer engranaje dentado 11 está unido a un primer árbol giratorio 13 soportado por al menos un cojinete 15, y el segundo engranaje dentado 12 está unido a un segundo árbol giratorio 14 soportado por al menos un cojinete 16, ambos cojinetes 15, 16 están normalmente soportados por el alojamiento 10. Preferiblemente, dos cojinetes soportan el árbol giratorio 13, 14, uno a cada lado del engranaje dentado al que se sujeta el árbol giratorio.

El sistema para reducir la TPL comprende una o varias placas verticales 2, en donde para cada cojinete de la caja de engranajes, se instala al menos una placa vertical 2 para separar dicho cojinete 15, 16 de los engranajes dentados 11, 12. Como ya se ha explicado anteriormente, "vertical" significa sustancialmente perpendicular al eje de giro. Las placas verticales son simplemente paneles laterales montados en cada lado lateral de los engranajes dentados 11, 12, entre estos últimos y los cojinetes 15, 16 que soportan los árboles giratorios 13, 14. Cada placa vertical 2 es, por tanto, una placa fina, preferiblemente una placa metálica, que comprende dos lados laterales, uno dirigido hacia los engranajes dentados 11, 12, es decir, orientado hacia los engranajes dentados 11, 12, y el otro dirigido hacia el exterior del alojamiento 10, es decir, frente a una pared del alojamiento.

Como se muestra en la Figura 1, la placa vertical 2 está instalada en un espacio axial que separa el engranaje dentado 11, 12, del cojinete 15, 16. Lo mismo se aplica en el otro lado del engranaje dentado 11, 12, en donde se instala otra placa vertical 2. Cada placa vertical es preferiblemente perpendicular al eje de giro del árbol giratorio 13, 14, pero podrían contemplarse otras configuraciones dependiendo de las geometrías del alojamiento, cojinetes y engranajes dentados. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, para engranajes dentados 11, 12 fijados a árboles giratorios 13, 14 soportados a cada lado de los engranajes dentados por cojinetes 15, 16, podrían instalarse dos placas verticales 2 en el alojamiento 10, una placa vertical en un lado de los engranajes dentados y la otra placa vertical en el otro lado de los engranajes dentados para que los engranajes dentados queden intercalados entre dichas placas verticales como se muestra en la Figura 1.

Las placas verticales 2 de acuerdo con la invención están configuradas para

separar un primer flujo de aceite configurado para enfriar y/o lubricar los engranajes dentados de un segundo flujo de aceite configurado para enfriar y/o lubricar los cojinetes,

y/o

separar, con respecto al primer flujo de aceite, un flujo de aceite configurado para enfriar los engranajes dentados (dirigiéndose dicho flujo de aceite a una superficie de pulverización ubicada después del área de mallado con respecto al giro de los engranajes dentados) desde un flujo de aceite configurado para lubricar principalmente los engranajes dentados (estando, por lo tanto, dicho flujo dirigido hacia el área de mallado).

Para dicha separación de los diferentes flujos de aceite, las placas verticales de acuerdo con la invención comprenden un sistema de protectores hecho de uno o varios protectores para separar diferentes flujos de aceite dentro del alojamiento de la caja de engranajes. Dichos uno o varios protectores actúan en particular como defensas o cubiertas y son preferiblemente protectores metálicos configurados para fijarse a las placas verticales. Cada placa vertical 2 es preferiblemente una placa extraíble que puede retirarse o instalarse fácilmente dentro del alojamiento 10. Cada placa vertical 2 está hecha preferiblemente de dos placas separadas, en concreto, una placa superior 21 y una placa inferior 22 configuradas para instalarse una sobre la otra, por ejemplo, alineadas verticalmente una sobre la otra, para formar dicha placa vertical 2. Cada placa vertical 2 comprende al menos dos aberturas, estando cada una de dichas dos aberturas ajustadas a uno de dichos árboles giratorios 13, 14, es decir, siendo una abertura circular. Preferiblemente, cada abertura está dispuesta tanto en la placa superior como en la inferior, teniendo por tanto un borde en forma de arco circular que forma parte de la placa superior y otro borde en forma de arco circular que forma parte de la placa inferior, de modo que, al montar las placas superior e inferior, estos dos bordes forman juntos dicha abertura circular ajustada al diámetro del árbol giratorio correspondiente. La distribución de estos dos bordes de cada abertura en las placas inferior y superior permite un fácil montaje de la placa vertical dentro del alojamiento de la caja de engranajes.

El sistema de protector del sistema para reducir las pérdidas de potencia de los dientes en una caja de engranajes de acuerdo con la invención comprende al menos un protector externo y/o un protector interno. El protector externo está configurado para separar el primer flujo de aceite del segundo flujo de aceite. Se denomina "externo", porque está fijado al lado de la placa vertical 2 dirigida hacia (es decir, cuya superficie normal está dirigida hacia) el cojinete. El protector interno está configurado para separar, para dicho primer flujo de aceite, un flujo de aceite de enfriamiento de un flujo de aceite lubricante, y se denomina "interno", porque está fijado al lado de la placa vertical 2 dirigido hacia los engranajes dentados, es decir, hacia el interior del alojamiento.

El protector externo está configurado para rodear al menos parcialmente el cojinete 15, 16. De acuerdo con una realización preferente de la presente invención, cada cojinete 15, 16, podría estar parcialmente rodeado por un protector externo. Cada protector externo se caracteriza preferiblemente por una forma de U invertida que está abierta hacia la parte inferior del alojamiento exterior para permitir que el aceite fluya por gravedad hacia dicha parte inferior. El protector externo comprende, en particular, una primera parte 210 que es una parte curva, por ejemplo hecha de una placa curva y, opcionalmente, una segunda parte 220, que es una parte recta plana, por ejemplo, hecha de una placa recta plana, formando dicha primera parte 210 junto con dicha segunda parte 220 dicha forma de U invertida. Preferiblemente, la primera parte 210 se fija a la placa superior 21 y, si la hay, la segunda parte 220 está fijada a la placa inferior 22. La primera parte 210 está configurada para rodear una parte superior del cojinete 15, 16 con el fin de recoger el aceite centrifugado del cojinete y la segunda parte 220 está configurada para extender los extremos de la parte superior 210 hacia la parte inferior del alojamiento 10 con el fin de guiar el aceite recogido hacia un receptáculo o depósito de aceite del alojamiento 10, el aceite recogido fluye de arriba a abajo por gravedad durante el funcionamiento de la caja de engranajes. La primera parte 210 podría tener una forma semicircular ajustada a la circunferencia del cojinete 15, 16 y separada de este último. Dicha primera parte 210 actúa como una cubierta configurada para recoger el aceite dispersado por el cojinete 15, 16, lo que obliga a dicho aceite a permanecer dentro del volumen encerrado por el protector externo. Al instalar la placa superior 21 verticalmente en la placa inferior 22, los extremos de la primera parte 210 del protector externo están configurados para encajar entre placas secundarias de la segunda parte 220, para formar preferiblemente dicha forma de "U" invertida para cada cojinete 15, 16, siendo la primera parte 210 la parte curvada de la forma de U invertida y comprendiendo la segunda parte 220 cada barra de la forma de U invertida, la parte curvada se ajusta preferiblemente entre las barras de la forma de U, es decir, ranuras en un espacio que separa las barras de la forma de U. Gracias a esta geometría de cada protector externo, el aceite dispersado del cojinete se recoge dentro de la forma de U y se guía a lo largo de las barras de la forma de U hacia un receptáculo ubicado, por ejemplo, debajo de los cojinetes 15, 16.

Los detalles del protector externo se presentan en la vista ampliada proporcionada por la Figura 2. En el lado de la placa vertical que comprende dicho protector externo, la placa vertical comprende además uno o varios calzos 223.

La Figura 3 muestra una vista interna del alojamiento 10 de la caja de engranajes de acuerdo con la invención. Como se ha explicado anteriormente, la placa vertical 2 puede comprender también protectores internos para separar diferentes flujos de aceite. Dichos protectores internos comprenden placas anti-recirculación 230, 240 que podrían fijarse a la placa vertical 2, en particular, a una o ambas placas inferiores y/o a una o ambas placas superiores 21, 22 que intercalan los engranajes dentados 11, 12. Las placas anti-recirculación 230, 240 están configuradas para separar un flujo de aceite del sistema de enfriamiento 30 que está diseñado para enfriar un sector angular de los engranajes

dentados 11, 12, de otro flujo de aceite generado por dicho sistema de enfriamiento 30 - en tal caso, el sistema de enfriamiento no solo tiene una función de enfriamiento, pero también es capaz de lubricar el área de mallado M, siendo así un sistema de enfriamiento y lubricación - o por un sistema de lubricación, en donde dicho otro flujo de aceite está configurado esencialmente para lubricar el área de mallado M de los engranajes dentados 11, 12.

El sistema de enfriamiento 30 del sistema para reducir las pérdidas de potencia de los dientes en una caja de engranajes de acuerdo con la presente invención comprende en particular una o varias boquillas de enfriamiento 31A, 31B, en donde un primer conjunto de boquillas de enfriamiento 31A del sistema de enfriamiento 30 está configurado para pulverizar una superficie externa del primer engranaje dentado 11 y un segundo conjunto de boquillas de enfriamiento 31B del sistema de enfriamiento 30 está configurado para pulverizar una superficie externa del segundo engranaje dentado engranaje 12. Cada una de dichas superficies externas define para el engranaje dentado un único sector angular que se extiende a lo largo de toda la anchura (es decir, axialmente) del engranaje dentado y cuyo arco es pulverizado por una de las boquillas de enfriamiento. Cada conjunto de boquillas de enfriamiento 31A, 31B está, por tanto, configurado para pulverizar una zona definida en la superficie externa del engranaje dentado, en donde dicha zona está ubicada después del área de mallado M, por ejemplo, sustancialmente por debajo de esta última. Preferiblemente, cada chorro de boquilla forma un ángulo con la superficie externa del engranaje dentado que está comprendido dentro del intervalo $[90^\circ, 180^\circ]$, siendo 90° un valor preferido como se muestra en las Figuras 3 y 4.

Además de las boquillas de enfriamiento 31A, 31B, el sistema de acuerdo con la invención comprende una o varias boquillas de lubricación 32 que pueden ser parte del sistema de enfriamiento 30 como se muestra en las realizaciones de las Figuras 3 y 4, o de un sistema de lubricación separado e independiente (no mostrado). El flujo de aceite dispersado por dicha(s) boquilla(s) de lubricación 32 se controla preferiblemente por un bucle de retroalimentación que es una función de la temperatura dentro del alojamiento 10 y está, en particular, orientado paralelo al vector de velocidad tangencial definido en la superficie externa del engranaje dentado. Dicho flujo de aceite se pulveriza preferiblemente en la parte superior del área de mallado M, teniendo dicho flujo de aceite, por ejemplo, una orientación sustancialmente vertical y dirigiéndose hacia el fondo, de modo que tanto el primer como el segundo engranajes dentados se lubriquen al mismo tiempo. Como alternativa, dicho flujo de aceite podría pulverizarse solo sobre el engranaje dentado 14 que tiene la velocidad de giro más baja, en un área ubicada en proximidad y directamente antes de dicha área de mallado (M). Preferiblemente, las boquillas de lubricación 32 están conectadas a un conducto secundario 34 para suministrarles aceite, en donde dicho conducto secundario 34 está conectado a un conducto principal 33 configurado para suministrar aceite a las boquillas de enfriamiento 31A, 31B. Preferiblemente, el conducto secundario 34 atraviesa la placa anti-recirculación 230, que comprende una abertura 234 (véase Figura 1, 5 o 6) ajustada a la totalidad o al menos a una parte de la circunferencia del conducto secundario 34 de modo que se evita una mezcla de aire-aceite procedente del aceite pulverizado por las boquillas de enfriamiento alcance a través de dicha abertura el volumen ubicado por encima de la placa anti-recirculación 230.

Preferiblemente, y como se ilustra en las Figuras 5 y 6, la placa anti-recirculación 230 comprende una placa en forma de U 235. Este último es, por ejemplo, una placa doblada en forma de U y preferiblemente soldada a la placa anti-recirculación 230 para crear una estructura que envuelve con la curva de la forma de U el conducto secundario 34 y que tiene los brazos de la forma de U dirigidos hacia una pared 17 del alojamiento 10, es decir, que se extiende hacia un segundo borde 230B de la placa anti-recirculación 230. Dicha placa en forma de U 235 crea dentro de la placa anti-recirculación 230 dicha abertura 234 ajustada al conducto secundario 34. Efectivamente, la parte curvada de la forma de U crea una superficie que rodea sustancialmente verticalmente una longitud predefinida del conducto secundario. En particular, una normal a dicha superficie, en donde dicha normal es sustancialmente paralela a los brazos de la forma de U, se dirige hacia el sistema de enfriamiento 30 de modo que la parte curvada de la forma de U está configurada para bloquear un flujo de una mezcla de aire y aceite que proviene del sistema de enfriamiento 30 y se dirige hacia la pared 17, mientras que el espacio gestionado entre los brazos de la forma de U permite un fácil montaje de la placa anti-recirculación 230. La placa en forma de U 235 es preferiblemente perpendicular a un primer plano inclinado 231 y a un segundo plano inclinado 232 de la placa anti-recirculación 230. En particular, los brazos de la forma de U forman cada uno un plano sustancialmente vertical conectado a la superficie curva de la forma de U y paralelo a las aletas verticales 233 de la placa anti-recirculación 230.

De acuerdo con la realización mostrada en las Figuras 3 y 4, el protector interno de acuerdo con la invención comprende preferiblemente dos placas anti-recirculación para separar el flujo de aceite refrigerante del flujo de aceite lubricante de los engranajes dentados 11, 12. Una primera placa anti-recirculación 230 coopera con el primer engranaje dentado 11, es decir, el engranaje dentado caracterizado por la velocidad de giro más alta, y una segunda placa anti-recirculación 240 coopera con el segundo engranaje dentado 12 para dicha separación de los flujos de aceite, es decir, el engranaje dentado caracterizado por la velocidad de giro más baja. En lo que sigue, la expresión "placa anti-recirculación" está libre de cualquier especificación de si se usará la primera o segunda placa anti-recirculación para describir características comprendidas tanto por la primera como por la segunda placas anti-recirculación a menos que se especifique lo contrario.

La primera placa anti-recirculación 230 comprende un primer borde 230A dirigido hacia la superficie externa del primer engranaje dentado 11 caracterizado por una longitud igual al menos a la anchura del primer engranaje dentado y separado de la superficie externa de dicho primer engranaje dentado por una distancia ajustable (normalmente medida radialmente). Dicha primera placa anti-recirculación 230 comprende un segundo borde 230B ubicado en el lado

opuesto de la primera placa anti-recirculación en comparación con el primer borde 230A, dirigido por tanto hacia una pared de la carcasa y en una posición (es decir, altura) por debajo del primer borde 230A de modo que el aceite recogido por la placa anti-recirculación en las proximidades del primer borde 230A pueda fluir por gravedad hacia el segundo borde 230B. Este último se ajusta a dicha pared del alojamiento, preferiblemente libre de contacto con este último para que el aceite que fluye en la parte superior de la placa anti-recirculación pueda fluir libremente hacia la parte inferior del alojamiento. La primera placa anti-recirculación 230A comprende preferiblemente dicho primer plano inclinado 231 que comprende dicho primer borde 230A y dicho segundo plano inclinado 232 que comprende dicho segundo borde 230B, en donde la inclinación del primer plano inclinado 231 con respecto a la horizontal es menor que la inclinación del segundo plano inclinado, siendo dichos planos inclinados 231, 232 preferiblemente paralelos al eje de giro de los árboles giratorios, unidos entre sí, por ejemplo, por una superficie curva, y que se extiende a lo largo de la anchura del primer engranaje dentado 11. Opcionalmente, la primera placa anti-recirculación 230 comprende además dichas aletas verticales 233 unidas perpendicularmente al primer y segundo planos inclinados y configuradas para guiar una mezcla de aire-aceite, mientras evita o interrumpe los flujos axiales generados por el giro de los engranajes dentados. Ventajosamente, dichas aletas aumentan aún más la rigidez de la placa anti-recirculación 230. Preferiblemente, la primera placa anti-recirculación 230 comprende dicha abertura 234 ajustada al conducto secundario 34 de modo que dicho conducto secundario 34 puede extenderse desde un primer volumen de la caja de engranajes que está ubicado en la parte inferior de la carcasa y que comprende las boquillas de enfriamiento 31A, 31B hasta un segundo volumen de la caja de engranajes que está ubicado en la parte superior de la carcasa y que comprende las boquillas de lubricación 32. Preferiblemente, dicha abertura 234 comprende una placa en forma de U 235 fijada a la placa anti-recirculación y extendida de acuerdo con su longitud sustancialmente vertical, es decir, perpendicular a la placa anti-recirculación 230, por encima y por debajo de la placa anti-recirculación 230 para bloquear un flujo de mezcla de aire y aire procedente del sistema de refrigeración 30 (véase Figuras 5 y 6).

Como se muestra en la Figura 5, la segunda placa anti-recirculación 240 comprende un primer borde 240A dirigido hacia la superficie externa del segundo engranaje dentado 12 caracterizado por una longitud igual al menos a la anchura del segundo engranaje dentado 12 y separado de la superficie externa de dicho segundo engranaje dentado por una distancia ajustable (normalmente medida radialmente). Dicha segunda placa anti-recirculación 240 comprende un segundo borde 240B ubicado en el lado opuesto de la segunda placa anti-recirculación en comparación con el primer borde 240A, dirigido por tanto hacia una pared de la carcasa y en una posición (es decir, altura) por debajo del primer borde 240A de modo que el aceite recogido por la placa anti-recirculación en las proximidades del primer borde 240A pueda fluir por gravedad hacia el segundo borde 240B. Este último se ajusta a dicha pared del alojamiento, preferiblemente libre de contacto con este último para que el aceite que fluye en la parte superior de la placa anti-recirculación pueda fluir libremente hacia la parte inferior del alojamiento. La segunda placa anti-recirculación 240A comprende preferiblemente un primer plano inclinado 241 que comprende un primer borde 240A y dicho segundo plano inclinado 242 que comprende dicho segundo borde 240B, en donde la inclinación del primer plano inclinado 241 con respecto a la horizontal es menor que la inclinación del segundo plano inclinado, siendo dichos planos inclinados 241, 242 preferiblemente paralelos al eje de giro de los árboles giratorios, unidos entre sí, por ejemplo, por una superficie curva, y que se extiende a lo largo de la anchura del primer engranaje dentado 11.

Tanto para la primera como para la segunda placas anti-recirculación, la distancia ajustable a dicha superficie externa permite minimizar el espacio entre el primer borde 230A, 240A y la superficie externa del engranaje dentado de modo que dicho primer borde 230A, 240A permanece libre de contacto con dicha superficie externa durante el funcionamiento de la caja de engranajes y que no se crea calentamiento adicional dentro del alojamiento mediante la minimización de dicho espacio. Para ajustar dicha distancia ajustable, la placa anti-recirculación 230, 240 está preferiblemente fijada de manera deslizante a la placa vertical 2. Dicha distancia entre la superficie externa y el primer borde puede variar normalmente entre 2 mm y 7 mm. Se mostró que un valor más alto para dicha distancia disminuía la eficiencia de la placa anti-recirculación para separar los flujos de aceite dentro del alojamiento, y se mostró que un valor más alto aumentaba la temperatura dentro del alojamiento 10.

Preferiblemente, la longitud axial de la primera y/o segunda placa anti-recirculación es mayor que la anchura (es decir, la longitud axial) del engranaje dentado más cercano a la placa anti-recirculación considerada, gestionando, por lo tanto, un espacio axial entre el lado del engranaje dentado y la placa vertical que flanquea dicho lado. Preferiblemente, cada placa vertical 2 comprende para cada placa anti-recirculación 230, 240 un soporte tipo ménsula, estando éste último fijado a la misma y configurado para soportar de manera deslizante la placa anti-recirculación 230, 240. La cooperación de dicho soporte tipo ménsula con la placa anti-recirculación permite además cerrar el espacio entre la placa anti-recirculación 230 y la placa vertical 2 en una longitud de extensión al menos igual a 2/3 de la distancia que separa el primer borde 230A del segundo borde 230B. Por ejemplo, dicho soporte tipo ménsula se extiende longitudinalmente de acuerdo con dicha longitud de extensión.

Tanto para la primera como para la segunda placas anti-recirculación, el primer plano inclinado 231, 241 está caracterizado por que su extensión E hacia los dientes del engranaje dentado 11 más cercano interseca dicho engranaje dentado en la base de uno de sus dientes, por ejemplo, en el diámetro de la raíz de los dientes, en donde el diente considerado preferiblemente no está alineado con la V vertical. Preferiblemente, su extensión es tangente al círculo de raíz R del engranaje dentado más cercano e inclinada hacia la parte inferior del alojamiento cuando se aleja de dicho engranaje dentado más cercano. Preferiblemente, la inclinación del primer plano inclinado con la horizontal está comprendida entre $0,55^\circ$ y 25° , es decir, el ángulo α pertenece al intervalo $[0,55^\circ, 25^\circ]$.

De acuerdo con la presente invención, los protectores internos permiten delimitar dos volúmenes o zonas distintas alrededor del engranaje dentado 11, 12 dentro del alojamiento 10: un volumen superior y un volumen inferior que están separados entre sí por los protectores internos, los engranajes dentados en acoplamiento de mallado, las paredes del alojamiento y las placas verticales 2. En el volumen inferior, que comprende las boquillas de enfriamiento 31A, 31B, se evita que la mezcla de aceite-aire impulsada en giro por el engranaje dentado 11, 12 se una al volumen superior por los protectores internos, en particular dichas placas anti-recirculación. Los protectores internos junto con las placas verticales permiten, por tanto, limitar la cantidad de mezcla de aceite y aire generada en el volumen inferior para alcanzar el volumen superior.

Gracias a esta configuración, se reduce la TPL. Efectivamente, dado que la recirculación de aceite se reduce por medio de los protectores internos, se reduce la pérdida de energía resultante del bombeo, así como la ventilación. Una consecuencia es que también se reduce la cantidad de flujo de aceite necesario para enfriar los engranajes dentados. Adicionalmente, con el fin de reducir el flujo de lubricante de aceite que genera pérdidas de potencia de bombeo en los dientes, el flujo de aceite pulverizado por la boquilla de lubricación se puede controlar para minimizar el flujo de aceite lubricante requerido para crear una película de aceite antes de entrar en el área de mallado M.

Ventajosamente, la solución propuesta por la presente invención permite un fácil acceso a los engranajes dentados, facilitando por lo tanto las acciones de mantenimiento. Adicionalmente, dado que los engranajes dentados no están completamente envueltos por placas (el volumen dentro de la carcasa se separa simplemente en dos zonas/volúmenes), no se requiere ningún sistema de enfriamiento adicional.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para reducir las pérdidas de potencia de los dientes en una caja de engranajes (1), en donde el sistema comprende
5 al menos dos engranajes dentados de mallado (11, 12), cada uno unido a un árbol giratorio (13, 14) soportado por cojinetes (15, 16) y montado dentro de un alojamiento (10);
dos placas verticales (2) configuradas para instalarse dentro de dicho alojamiento (10) entre los cojinetes (15, 16) y los engranajes dentados (11,12), uno a cada lado de los engranajes dentados (11, 12);
10 en donde las placas verticales (2) comprenden uno o varios protectores configurados para separar los flujos de aceite dentro del alojamiento (10);
en donde uno o varios protectores, denominados en lo sucesivo "protectores internos", montados en el lado de las placas verticales (2) dirigidas hacia los engranajes dentados (11, 12);
en donde el protector interno comprende una placa anti-recirculación (230, 240)
15 **caracterizado por que**
al menos una placa anti-recirculación (230, 240) comprende una o varias aletas verticales (233) para romper un flujo axial de una mezcla de aire-aceite.
2. El sistema de la reivindicación 1, en donde cada placa vertical (2) comprende una placa superior (21) y una placa inferior (22).
20
3. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde la placa anti-recirculación (230, 240) está fijada de manera deslizante a la placa vertical 2.
4. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la placa anti-recirculación (230, 240) está inclinada con respecto a la horizontal para permitir que el aceite recogido fluya desde una posición cercana a los engranajes dentados (11, 12) hacia una pared del alojamiento (10).
25
5. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la placa anti-recirculación (230, 240) comprende un primer plano inclinado (231, 241) **caracterizado por que** una extensión (E) de dicho primer plano inclinado hacia los dientes del engranaje dentado más cercano (11) interseca dicho engranaje dentado (11, 12) en el diámetro de raíz de uno de sus dientes, siendo tangencial a dicho diámetro de raíz.
30
6. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde las placas verticales (2) comprenden uno o varios protectores, denominados en lo sucesivo "protectores externos", montados en el lado de las placas verticales (2) que se dirige hacia el exterior del alojamiento (10).
35
7. El sistema de la reivindicación 6, en donde cada protector externo está formado como una "forma de U" invertida configurada para rodear uno de los cojinetes (15, 16).
40
8. El sistema de la reivindicación 7, en donde dicho protector externo comprende una primera parte (210) y una segunda parte (220) hechas respectivamente de una placa curva y una placa plana y que forman juntas dicha "forma de U" invertida alrededor del cojinete (15, 16).
9. El sistema de la reivindicación 8, en donde la primera parte (210) está fijada a la placa superior (21) y la segunda parte (220) está fijada a la placa inferior (22).
45
10. El sistema de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende un sistema de enfriamiento (30), en donde el sistema de enfriamiento (30) comprende una o varias boquillas de enfriamiento (31A, 31B) ubicadas debajo de los engranajes dentados (11, 12) y configuradas para dirigir un flujo de aceite de enfriamiento hacia una superficie externa de los engranajes dentados (11, 12).
50
11. El sistema de la reivindicación 10, que comprende al menos una boquilla de enfriamiento (31A) que dirige un primer flujo de aceite de enfriamiento hacia el primer engranaje dentado (11) y al menos una boquilla de enfriamiento (31B) que dirige un segundo flujo de aceite de enfriamiento hacia el segundo engranaje dentado (12).
55
12. El sistema de la reivindicación 10 u 11, en donde el ángulo definido por una orientación del chorro de aceite de enfriamiento en la salida de la boquilla de enfriamiento (31A, 31B) y la superficie externa del engranaje dentado (11, 12) que se enfría por dicho chorro de aceite de enfriamiento está comprendida dentro de [90°, 180°].
60
13. Caja de engranajes (1) que comprende al menos dos engranajes dentados de mallado constante (11, 12), cada uno unido a un árbol giratorio (13, 14) soportado por cojinetes (15, 16) y montado dentro de un alojamiento (10), y que comprende el sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12.

FIG 1

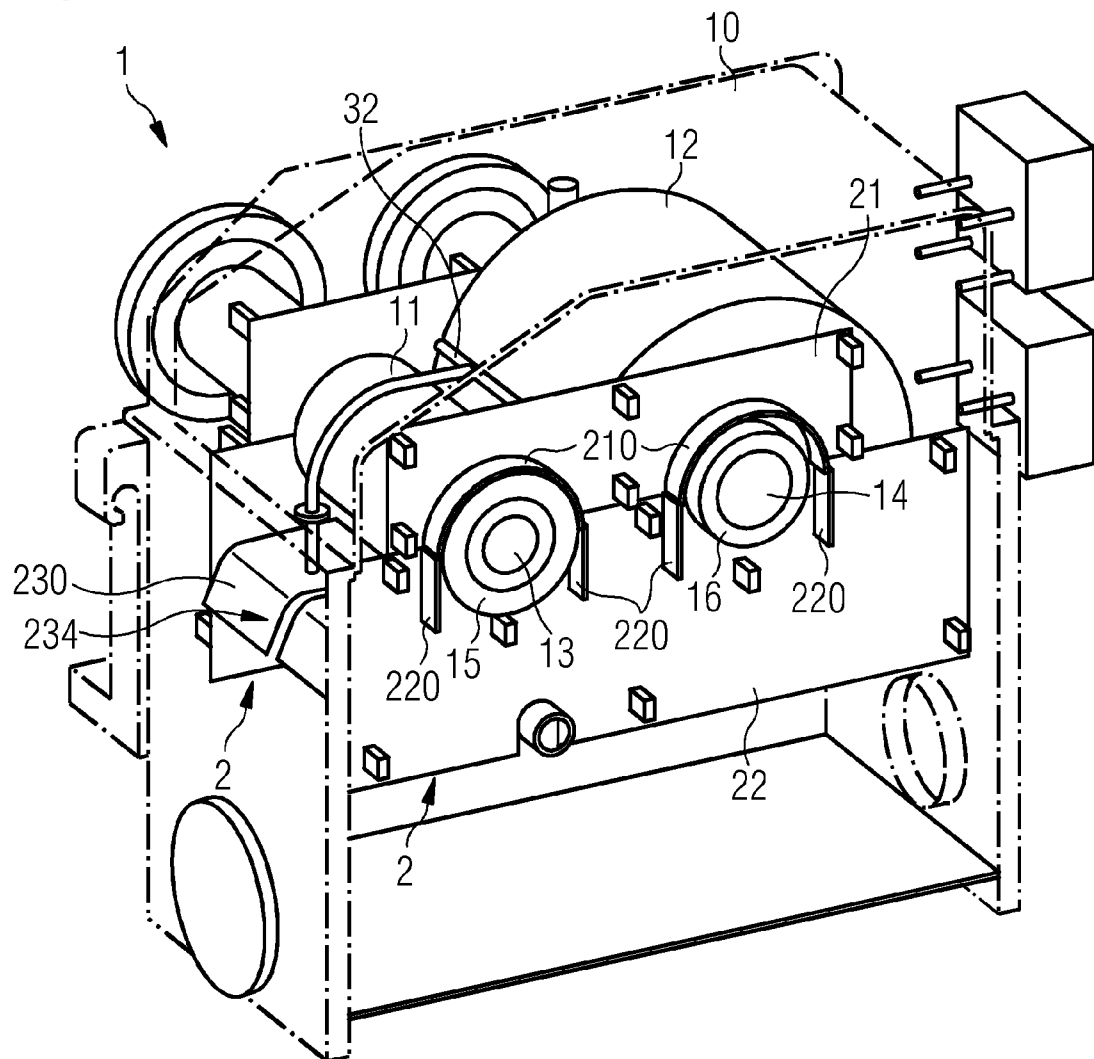


FIG 2

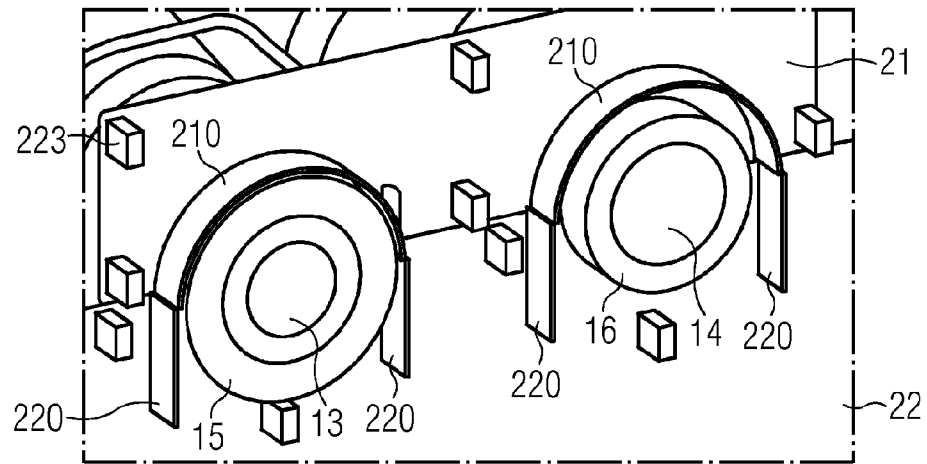


FIG 3

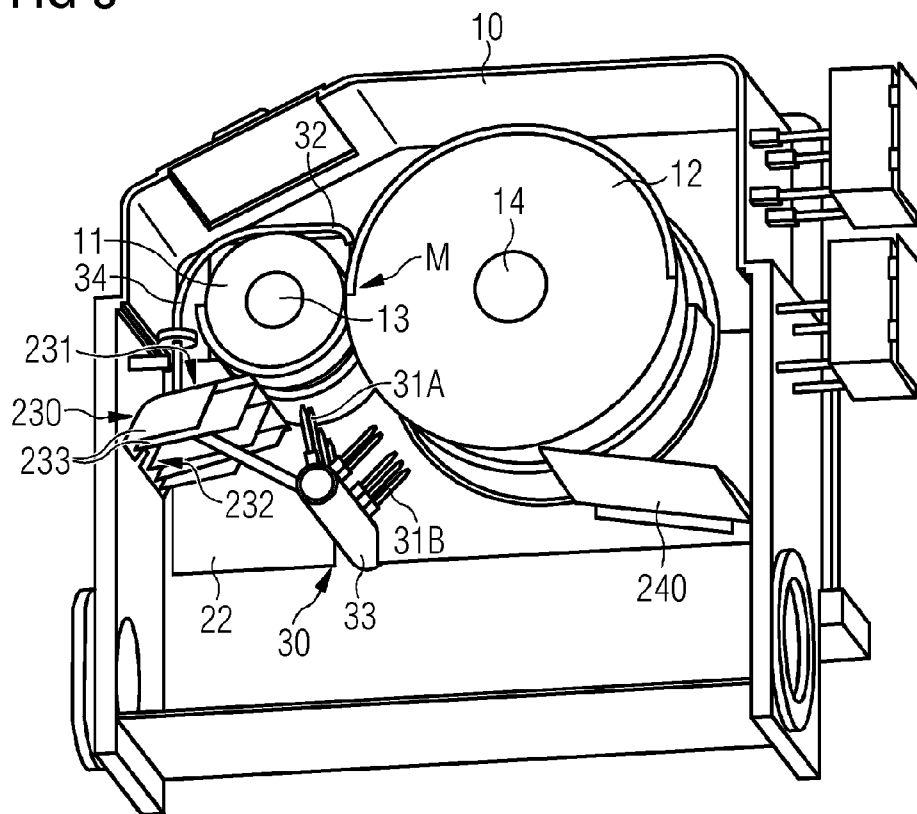


FIG 4

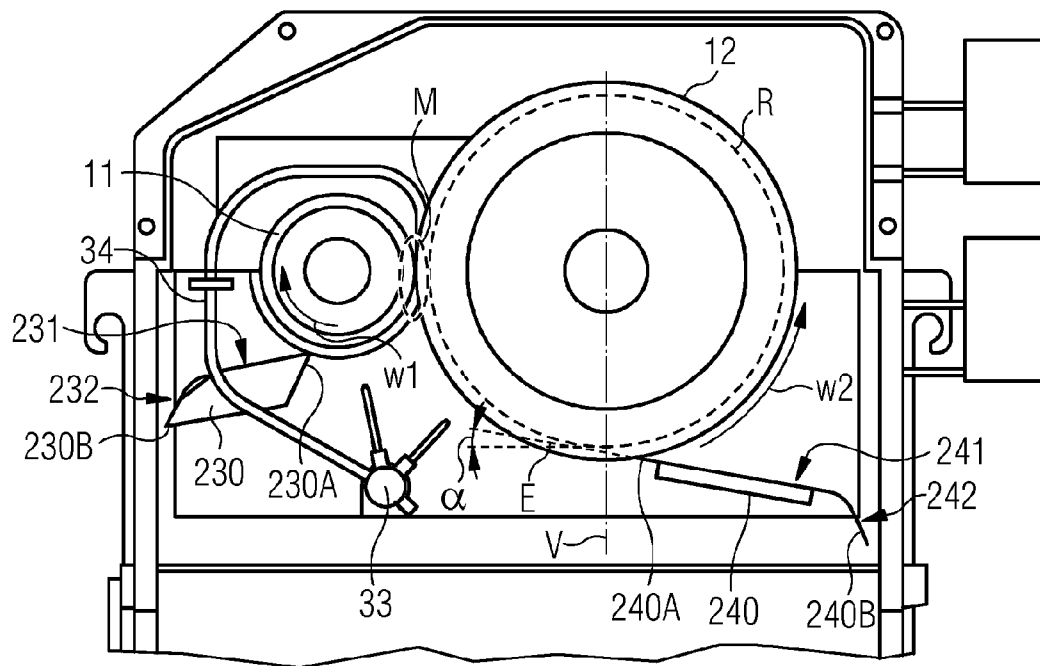


FIG 5

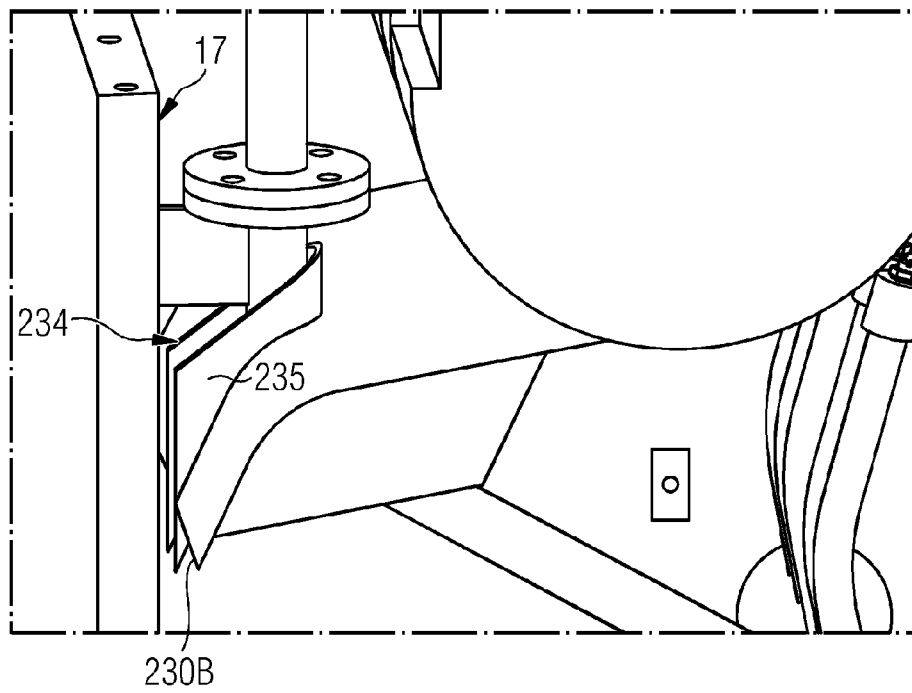


FIG 6

