

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 490**

51 Int. Cl.:

F16H 57/04 (2010.01)

F16H 61/00 (2006.01)

F16N 7/40 (2006.01)

F01M 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2022** **E 22197937 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024** **EP 4345340**

54 Título: **Disposición de caja de engranajes que proporciona un vacío parcial dentro de un dispositivo de caja de engranajes, así como método para proporcionar y mantener un vacío parcial de manera eficiente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.11.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JALLAT, ERIC y
GAULIER, THOMAS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 985 490 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

Disposición de caja de engranajes que proporciona un vacío parcial dentro de un dispositivo de caja de engranajes, así como método para proporcionar y mantener un vacío parcial de manera eficiente

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a disposiciones de caja de engranajes que presentan al menos un dispositivo de caja de engranajes (turbo), en donde la disposición de caja de engranajes proporciona un vacío parcial al dispositivo de caja de engranajes (especialmente dentro de un volumen/una cavidad interior definida dentro de un alojamiento de la caja de engranajes), en donde la disposición de caja de engranajes comprende una bomba de vacío, un depósito de aceite de vacío, una bomba de aceite acoplada al depósito de aceite de vacío, una pluralidad de válvulas, un conjunto de tubos que conecta el depósito de aceite de vacío y el dispositivo de caja de engranajes y la bomba de vacío, una unidad de sensor y una unidad de control para controlar al menos la bomba de vacío y la bomba de aceite. La presente invención también se refiere a cajas de engranajes que están acopladas a/con componentes de vacío para garantizar un vacío parcial dentro de la caja de engranajes. Así mismo, la presente invención se refiere a métodos para proporcionar y mantener un vacío parcial dentro de al menos un dispositivo de caja de engranajes (turbo) en una disposición de caja de engranajes, en donde una bomba de vacío se comunica con un volumen (cavidad) interior del dispositivo de caja de engranajes, en donde una bomba de aceite acoplada a un depósito de aceite de vacío proporciona aceite al dispositivo de caja de engranajes y, opcionalmente, también a un conjunto de tubos lubricantes, en donde una unidad de control controla al menos la bomba de vacío y la bomba de aceite. En particular, la presente invención se refiere a disposiciones y métodos de caja de engranajes de acuerdo con la presente reivindicación independiente respectiva.

10

15

20

25

Antecedentes de la invención

Los dispositivos de caja de engranajes suelen instalarse en trenes de accionamiento de alta potencia. Una reducción eficaz de las pérdidas de potencia puede considerarse un requisito estricto, especialmente en el contexto de dispositivos de caja de engranajes de alta eficiencia y alta velocidad/potencia. Las cajas de engranajes conocidas anteriormente, especialmente las cajas de engranajes de transmisión de relación fija, se puede proveerse de un vacío parcial en el engranaje/dentado, lo que se considera una medida eficaz, especialmente en caso de que se requiera una eficiencia superior al 99 %, especialmente en cajas de engranajes turbo. La presente invención se ocupa de mejoras adicionales en el contexto de la provisión de tal vacío parcial.

30

35

Ya se sabe que algunas pérdidas se deben al lubricante y el refrigerante presentes entre los dientes de los engranajes, y/o a la turbulencia del gas creada por las piezas dentadas que funcionan a alta velocidad, y/o a la fricción entre los dientes del dentado y en los cojinetes que soportan los ejes de rotación. En un vacío parcial, se pueden reducir considerablemente las pérdidas debidas a las turbulencias provocadas por las altas velocidades periféricas de los dientes. La presente invención se centra en el tipo de funcionamiento de las bombas involucradas en el proceso de creación y mantenimiento de dicho vacío parcial al mismo tiempo que se garantiza una alta eficiencia, en donde pueden estar involucradas formas específicas de uso de lubricante y refrigerante, también.

40

El documento US 6.374.949 B2 describe un dispositivo de seguridad para un sistema de lubricación de un dispositivo de transmisión, en donde se mantiene un vacío parcial por medio de una bomba de vacío, en donde la presión y la carga/el volumen de aceite se supervisan por medio de sensores.

45

El documento FR 3 035 164 B1 describe un dispositivo de transmisión para un funcionamiento de vacío parcial en donde el aceite lubricante de dentado se puede alimentar a un recipiente colector de aceite externo a una unidad de engranajes mediante una bomba de suministro separándolo al menos parcialmente del aceite lubricante de cojinetes (en un funcionamiento de vacío parcial), y en donde el aceite lubricante de dentado también puede transportarse al recipiente colector de aceite mediante una válvula de retención (en funcionamiento atmosférico).

50

El documento WO 96/15392 A1 describe el concepto de proporcionar un gas o un vacío parcial dentro de una caja de engranajes, en donde el aire se puede evacuar de la caja de engranajes por medio de una bomba que es adecuada también para la extracción de aceite, y en donde unas ruedas de engranaje están ajustadas en cojinetes radiales y preferentemente también dentro de un alojamiento adicional interior.

55

El documento WO 2003/074903 A2 describe un mecanismo de engranajes configurado para generar una atmósfera enrarecida y que comprende medios para reducir la presión del gas en una carcasa que aloja al menos dos piezas dentadas, en donde un primer receptáculo se comunica con un segundo receptáculo que se comunica con un depósito de almacenamiento, en donde los receptáculos y el depósito de almacenamiento están dispuestos de modo que el aceite pueda fluir hacia ellos sucesivamente por flujo gravitacional.

60

El documento US 5 101 936 A divulga una disposición de caja de engranajes que comprende las características del preámbulo de la reivindicación de producto 1 o la reivindicación de método 11.

65

Partiendo de esta situación, la presente invención se centra en una eficiencia mejorada de una disposición de caja de engranajes que proporciona vacío parcial, en donde se pueden considerar mejoras que garanticen el funcionamiento/comportamiento tanto en un vacío parcial como en funcionamiento atmosférico.

5 Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un concepto que permita una alta eficiencia de disposiciones de caja de engranajes que funcionan en un vacío parcial y, opcionalmente, también en condiciones atmosféricas, en donde se debe mejorar el funcionamiento/comportamiento de la tecnología de bombeo involucrada y, opcionalmente, también la manera de utilizar medios lubricantes o refrigerantes. En particular, un/el objeto de la presente invención es garantizar una alta eficiencia y también una alta seguridad de sistema de dispositivos de caja de engranajes que funcionan principalmente en un vacío parcial (por ejemplo, aproximadamente 500 mbar absolutos o aproximadamente un 50 % inferior a la presión medioambiental o del entorno) en un contexto con un gran grado de funcionalidad, especialmente para cajas de engranajes turbo, en donde preferentemente se consideran y optimizan tanto el funcionamiento en un vacío parcial como el funcionamiento en condiciones atmosféricas.

El objetivo de la invención se resuelve mediante las características de las reivindicaciones principales independientes. Las características ventajosas se indican en las reivindicaciones secundarias. Las características de las reivindicaciones secundarias se pueden combinar con las características de las reivindicaciones principales y otras reivindicaciones secundarias.

Un aspecto de la invención se refiere a una disposición de caja de engranajes que incluye una disposición (y un proceso) de bomba mejorada.

En particular, por lo tanto, el objetivo se soluciona mediante una disposición de caja de engranajes que presenta al menos un dispositivo de caja de engranajes, especialmente que presenta un dispositivo de caja de engranajes turbo de alta eficiencia, en donde la disposición de caja de engranajes está configurada para proporcionar un vacío parcial dentro del dispositivo de caja de engranajes, comprendiendo la disposición de caja de engranajes una bomba de vacío que se comunica con un volumen interior (cavidad de vacío parcial) del dispositivo de caja de engranajes, un depósito de aceite de vacío (que está separado de un depósito de aceite principal del dispositivo de caja de engranajes), una bomba de aceite acoplada al depósito de aceite de vacío, una pluralidad de válvulas, un conjunto de tubos que conecta el depósito de aceite de vacío y el dispositivo de caja de engranajes y la bomba de vacío;

en donde la disposición de caja de engranajes comprende, además, una unidad de sensor que comprende al menos un sensor,

en donde la disposición de caja de engranajes comprende, además, una unidad de control configurada para controlar al menos la bomba de vacío y la bomba de aceite (y, opcionalmente, válvulas y/o instrumentos adicionales relevantes) respectivamente, dependiendo de los datos de sensor reales (=momentáneos) del al menos un sensor, en donde el depósito de aceite de vacío y al menos una de las válvulas proporcionan una disposición de sifón seleccionable/conmutable de modo que se garantice un nivel de vacío predefinido/predefinible dentro del volumen interior (cavidad de vacío parcial) por medio de la bomba de vacío y mediante el depósito de aceite de vacío, en donde el nivel de vacío predefinido/predefinible se controla/es controlable (puede controlarse de acuerdo con modos de funcionamiento predefinibles) al controlar la bomba de vacío dependiendo de los datos de sensor reales del al menos un sensor, comprendiendo los datos de sensor al menos uno de los siguientes tipos de datos: datos de sensor de presión relacionados con un/el nivel de vacío dentro del volumen interior (cavidad de vacío parcial), datos de sensor de fugas de aire relacionados con el dispositivo de caja de engranajes. Tal configuración también garantiza un funcionamiento eficaz y eficiente de la bomba de vacío, especialmente en vista de las condiciones reales.

Dicho de otra manera, la presente invención también proporciona una especie de reforzador de eficiencia especialmente para cajas de engranajes turbo (cajas de engranajes de alta velocidad y alta potencia). En particular, la presente invención se puede implementar favorablemente, por ejemplo, en cualquier caja de engranajes turbo que requiera una eficiencia global superior al 99 % y que tenga inicialmente una eficiencia ya cercana, por ejemplo, al 98,5 %. Este nivel de eficiencia ya lo alcanzan algunos tipos de cajas de engranajes, especialmente en el campo de la generación de energía, así como en la industria del aceite y el gas. Por tanto, la presente invención proporciona mejoras adicionales en el contexto del 1 % restante de pérdidas (que puede estar lejos de ser insignificante, especialmente en configuraciones de alta potencia). Algunas de las ventajas de la presente invención se pueden resumir de la siguiente manera:

- la invención permite reducir eficazmente las pérdidas de potencia (específicamente las pérdidas por viento y las pérdidas por bombeo), especialmente en un contexto con niveles mínimos de eficiencia del 99 %;
- la invención permite reducir eficaz y eficientemente la presión atmosférica que rodea los dientes (nivel de vacío parcial de, por ejemplo, aproximadamente 500 mbar absolutos o inferior);
- la velocidad de rotación de una/la bomba de vacío se controla o se puede controlar basándose en los datos de sensor reales y se puede configurar de manera autoajutable, especialmente en el contexto de control de retroalimentación;

- de manera similar, la cantidad de aceite para enfriar los dientes se puede controlar o se controla basándose en los datos de sensor reales y se puede configurar de manera autoajutable;
- la presente invención puede favorecer intervalos de mantenimiento más prolongados al menos para una/la bomba de vacío, pero también para otros componentes implicados, especialmente prolongados al menos en un factor de 5 o incluso 10;
- además, la presente invención permite implementar fácilmente resistencia contra un apagón o microcorte eléctrico, especialmente incluyendo un modo de reinicio (reinicio según sus propios términos/condiciones);
- la presente invención puede incluir una función de registro y almacenamiento (especialmente dentro de la unidad de control), especialmente mediante un algoritmo automatizado proporcionado por una/la unidad de control, al menos en lo que respecta a los principales parámetros de ejecución relevantes, facilitando así la supervisión y el control del dispositivo de caja de engranajes y los componentes asociados;

La presente invención se puede realizar, por ejemplo, en los siguientes tipos de sistemas: integrados o autónomos. También se puede transferir aceite dedicado a la refrigeración del dentado o a la lubricación de toda la caja de engranajes, especialmente dependiendo del tipo de sistema (integrado o autónomo). Cabe señalar que, en una implementación integrada, el tránsito de aceite se realiza ventajosamente por la parte inferior de la caja de engranajes, es decir, no es necesario reinyectar para enfriar o lubricar el dentado. Después de pasar por la parte inferior de la caja de engranajes (donde el aceite se puede mezclar con el aceite de los cojinetes), el aceite se transfiere por gravedad a un/el depósito de aceite de lubricante principal.

Por el contrario, en la técnica anterior, en los sistemas de vacío de caja de engranajes existentes, el vacío parcial se crea o controla por medio de válvulas de retención en lugar de válvulas automáticas, y/o la velocidad de la bomba de vacío es fija/predefinida (en lugar de ser variable y controlarse en referencia al nivel de vacío deseado y al flujo de aire que entra en la caja de engranajes), y/o el flujo de aceite en/hacia el dentado es predefinido (en lugar de controlarse), y/o no se realizan provisiones en el contexto de una capacidad de mantenimiento o una capacidad de hacer frente a apagones o microcortes eléctricos o con un registro y almacenamiento controlados de los principales parámetros.

La presente invención proporciona un concepto general que permite, al mismo tiempo, una alta eficiencia, una alta seguridad del sistema y una alta variabilidad procesal, especialmente en un contexto con un diseño bastante delgado (dispositivo y proceso). Del mismo modo, la supervisión del estado se facilita especialmente basándose en los datos de sensor proporcionados por la unidad de sensor descrita en el presente documento, al menos en referencia al nivel de potencia de al menos la bomba de vacío y el nivel de vacío parcial, especialmente también basándose en los datos de sensor proporcionados por al menos un acelerómetro que mide el estado de funcionamiento de la bomba de vacío (especialmente en el contexto de la supervisión y el mantenimiento del sistema, por ejemplo, proporcionando intervalos de mantenimiento más prolongados aumentados en más de un factor de 5 o incluso 10).

De acuerdo con la presente divulgación, el término "depósito de aceite de vacío" designa un depósito que es diferente de un depósito de aceite principal (de lubricante) y que está dispuesto dentro (o que forma parte de) la disposición de sifón, y que permite, en al menos una de varias condiciones de funcionamiento, amortiguar el flujo de aceite desde la caja de engranajes hasta el depósito de aceite principal (de lubricante) (mientras que la alimentación de aceite principal la proporciona el al menos un depósito de aceite directamente acoplado a la caja de engranajes) o mediante la caja de engranajes hasta el depósito de aceite de lubricante principal (especialmente cuando el flujo de aceite es impulsado por gravedad dentro de la sección desde la caja de engranajes hasta el depósito de aceite de lubricante principal). De acuerdo con la presente divulgación, el término "volumen interior" (cavidad/área de vacío parcial) del dispositivo de caja de engranajes designa el área en la que se debe/deberá proporcionar el vacío parcial según lo previsto (por ejemplo, 500 mbar absolutos). Este volumen interior puede, por ejemplo, comprender un área que encierra un piñón y una rueda y que está dividida/encapsulada por al menos un sellado adicional, especialmente en los ejes involucrados en esta área.

De acuerdo con la presente divulgación, el término "volumen" del dispositivo de caja de engranajes designa generalmente un volumen encerrado por un/el alojamiento de la caja de engranajes.

En lo sucesivo en el presente documento, algunos de los componentes y las unidades de la presente invención se describen en general, haciendo referencia a algunas de las características con más detalle. En particular, el dispositivo/proceso inventivo puede comprender al menos algunos de los siguientes constituyentes: caja de engranajes, al menos un depósito de aceite de vacío (además de un depósito de aceite principal que suministra aceite a la caja de engranajes), tubos que conectan el depósito de aceite de vacío y la caja de engranajes, al menos una bomba de aceite, al menos una bomba de vacío (preferentemente de velocidad/nivel de potencia ajustable/controlable de manera precisa), válvulas automáticas que proporcionan un accionamiento automático de la función de sifón conmutable, al menos una unidad de sensor y una unidad de control. En particular, el dispositivo/proceso inventivo se puede implementar favorablemente en el contexto de los siguientes componentes: un sistema de alta presión de aceite, sellados de eje que permiten controlar el flujo de aire que entra en el alojamiento interior de la caja de engranajes.

En lo sucesivo en el presente documento, un modo de funcionamiento favorable se describe con más detalle: Un/el depósito de aceite de vacío se interconecta entre el dispositivo de caja de engranajes y la bomba de vacío de modo

que pueda actuar como un sifón (funcionalidad que se puede conmutar preferentemente por medio de al menos una válvula automática), en donde el depósito de aceite de vacío permite contener el vacío únicamente en la caja de engranajes y en una parte superior de este depósito. Un conjunto de tubos compuesto por al menos tres tubos garantiza un acoplamiento eficaz de la bomba de vacío y el dispositivo de caja de engranajes y el depósito de aceite de vacío, en donde el conjunto de tubos comprende al menos un tubo que conecta la caja de engranajes al depósito de aceite de vacío, y al menos dos tubos que conectan el depósito de aceite de vacío a la parte inferior de la caja de engranajes o a un sistema de conjunto de tubos que conecta la caja de engranajes a un/el sistema lubricante de la disposición de caja de engranajes (o planta). La longitud de estos tubos se puede reducir al mínimo, especialmente en el caso de que se realice una implementación integrada. De acuerdo con una realización, el conjunto de tubos comprende al menos siete tubos que proporcionan funcionalidad en el contexto de un vacío parcial, en concreto, un primer tubo (tubo de succión que conecta el volumen interior de la caja de engranajes y el depósito de aceite), un segundo tubo (tubo de succión que conecta el depósito de aceite y la bomba de vacío), un tercer tubo (tubo de acoplamiento de aceite que conecta el depósito de aceite y la bomba de aceite y el dispositivo de caja de engranajes, en donde este tubo de acoplamiento puede unirse ventajosamente a uno del sexto y séptimo tubo), un cuarto tubo (un tubo de succión/alimentación de aceite que conecta el dispositivo de caja de engranajes y la bomba de vacío, proporcionando aceite refrigerante y/o lubricante), un quinto tubo (tubo de realimentación de aceite que conecta la bomba de vacío y el dispositivo de caja de engranajes, en donde este tubo de realimentación puede unirse ventajosamente a uno del sexto y séptimo tubo), un sexto tubo y un séptimo tubo (primer y segundo tubo de acoplamiento atmosférico que unen respectivamente el depósito de aceite de vacío y una parte atmosférica del dispositivo de caja de engranajes).

Una bomba de aceite está dispuesta y configurada para bombear aceite desde el depósito de aceite de vacío, por ejemplo, a un sistema lubricante principal de generación de energía o línea de compresión. La bomba de aceite se impulsa preferentemente mediante un motor eléctrico de velocidad variable, en donde la velocidad de la bomba de aceite se puede controlar dependiendo, por ejemplo, del nivel de aceite en el depósito de aceite de vacío. Al menos una bomba de vacío está dispuesta y configurada para disminuir la presión atmosférica hasta un nivel que permita reducir la densidad del gas que rodea el dentado, por ejemplo, hasta un mínimo del 50 % de la presión atmosférica ambiental. La velocidad (parámetro de configuración) de la bomba de vacío se ajusta/es ajustable dependiendo de al menos un parámetro medido o evaluado, especialmente dependiendo de las fugas de aire debido a las holguras reales existentes entre los ejes de entrada o salida y los sellados de eje del dispositivo de caja de engranajes (pudiendo tales valores de holgura depender del nivel de potencia real del dispositivo de caja de engranajes, pudiendo tal dependencia evaluarse y procesarse opcionalmente en el contexto del control de sistema). Preferentemente, la bomba de vacío se enfría y lubrica mediante el sistema de entrada de aceite de caja de engranajes (pudiendo tal característica considerarse como que proporciona una configuración considerablemente mejorada). La disposición de bomba de vacío está equipada preferentemente con un acelerómetro configurado para comprobar los parámetros de vibración de las piezas mecánicas de la bomba, facilitando así también el mantenimiento predictivo. La disposición de caja de engranajes incluye, además, al menos dos válvulas automáticas (normalmente abiertas) que permiten que el depósito de aceite de vacío actúe como un sifón cuando están cerradas (función de sifón conmutable), en donde la redundancia de dos válvulas automáticas es favorable especialmente también por motivos de seguridad (evitando así fallos de apertura). Preferentemente, la disposición de caja de engranajes incluye, además, un sistema de alta presión de aceite dispuesto y configurado para cerrar las válvulas automáticas acopladas con el depósito de aceite de vacío, en donde la alta presión del aceite incluye preferentemente un depósito de aceite, una bomba de alta presión y válvulas de retención para impedir la apertura de válvulas cuando están cerradas. Preferentemente, la disposición de caja de engranajes incluye, además, al menos una válvula automática configurada y dispuesta para ajustar una cantidad de aceite (refrigerante) suministrada al engranaje/dentado de la caja de engranajes. Preferentemente, se proporcionan una o dos válvulas automáticas adicionales (normalmente abiertas) para conectar una parte superior del depósito de aceite de vacío y una parte superior de la caja de engranajes a la atmósfera, respectivamente. Estas válvulas se cierran durante el funcionamiento en vacío y permiten que la caja de engranajes vuelva a la presión atmosférica más rápidamente, si se desea. El dispositivo de caja de engranajes puede incluir sellados de eje que permiten controlar el flujo de aire que entra en el volumen interior de la caja de engranajes, especialmente durante condiciones de ejecución de vacío.

En particular, una/la unidad de control puede controlar al menos un parámetro relacionado con al menos una de las siguientes condiciones de funcionamiento que pueden controlarse mediante sensores apropiados, en donde este último puede implementarlo el experto de acuerdo con preferencias individuales: nivel de aceite (sensor), nivel de vacío (sensor), velocidad/nivel de potencia (sensor), así como temperatura de aceite (sensor) y temperatura de bomba de vacío (sensor), posición de válvula (sensor), temperatura del motor o los motores eléctricos, especialmente las bombas involucradas.

La unidad de control también puede proporcionar una interfaz de usuario, por ejemplo, una pantalla táctil (interfaz hombre-máquina). La unidad de control también podrá controlar/gestionar cualquier funcionamiento en caso de microcortes o apagones eléctricos, así como secuencias normales de inicio/detención y secuencias de detención de emergencia. En particular, basándose en los datos de sensor proporcionados por la unidad de sensor, la secuencia de (re)inicio se puede hacer más eficiente y más segura. La unidad de control también puede comunicarse con cualquier unidad adicional de cualquier componente adicional del sistema (de la presente disposición y/o de cualquier planta adicional). La unidad de control también puede comprender las siguientes funciones: predecir o predefinir un

tiempo de apertura/accionamiento de las válvulas automáticas, predefinir un mantenimiento preventivo, especialmente en la(s) bomba(s) de vacío y las válvulas automáticas, ajustar los parámetros de configuración, proporcionar acceso a los parámetros de configuración y a un/el programa, especialmente mediante nombre de usuario y contraseña.

- 5 En particular, la unidad de control se puede preconfigurar para controlar al menos algunos o todos los siguientes parámetros/datos: nivel de aceite en el depósito de aceite (regulación y alarmas), nivel de vacío en la caja de engranajes y la parte superior del depósito de aceite, velocidad (mínima) de la bomba de aceite y la bomba de vacío, posición de las válvulas automáticas (abierta/cerrada), temperatura de la bomba de vacío, temperatura de los motores eléctricos de las bombas de aceite y vacío, posición de la válvula automática para controlar el flujo de aceite que
10 permite enfriar los dientes de la caja de engranajes (abierta o parcialmente cerrada).

La unidad de control (o una unidad automática que presenta una funcionalidad similar) también permite:

- interactuar con el usuario mediante una pantalla táctil (interfaz hombre-máquina);
- 15 - gestionar los microcortes o apagones eléctricos de la planta con un alto nivel de seguridad y eficiencia (por ejemplo, para microcortes de corta duración, una unidad de almacenamiento de energía permite que la unidad de control no se apague, sino que inicie una secuencia de reinicio automático; para duraciones prolongadas, la unidad de control puede reconfigurarse automáticamente para poner al menos el sistema de vacío en configuración segura);
- 20 - comunicarse (por ejemplo, por medio de un módulo de comunicación inalámbrica) con otra unidad automática/de control que controla otros componentes de la planta;
- controlar la secuencia normal de inicio y detención, así como la secuencia de detención de emergencia;
- registrar y almacenar los principales parámetros del sistema;
- comprobar el tiempo de apertura de las válvulas automáticas;
- 25 - realizar un mantenimiento preventivo de la bomba de vacío, así como las válvulas automáticas;
- ajustar fácilmente los parámetros de configuración;
- acceder a los parámetros de configuración y el programa informático respectivo mediante nombre de usuario y contraseña.

Por tanto, la presente invención también permite implementar fácilmente la siguiente funcionalidad:

- 30 - reducir el consumo de energía (eléctrica), especialmente basándose en el ajuste de la velocidad/el nivel de potencia de la bomba de vacío, especialmente dependiendo del flujo de aire real (real, eficaz, momentáneo) que pasa a través de la caja de engranajes o mediante su sistema de sellado de eje;
- 35 - reducir al mínimo la cantidad de aceite aplicada al dentado, especialmente basándose en el accionamiento apropiado de al menos una válvula automática en condiciones de vacío (parcial), especialmente para impedir un aumento del flujo de aceite debido a un aumento de la presión general del aceite con respecto a la presión atmosférica;
- 40 - evitar el uso/requisito de compensadores de expansión térmica ubicados en los tubos que conectan la caja de engranajes al depósito de vacío de aceite y viceversa, especialmente al proporcionar longitudes cortas de tubos para garantizar que cualquier expansión térmica se reduzca considerablemente al mínimo, reduciendo en consecuencia cualquier fuerza provocada sobre las bridas;
- 45 - ejecutar/funcionar de manera segura incluso en caso de microcortes o apagones eléctricos;
- control de mantenimiento predictivo, especialmente basándose en el restablecimiento de los parámetros iniciales de la planta y la comprobación del tiempo de apertura de las válvulas (principales);
- 50 - aumento del intervalo de mantenimiento de la(s) bomba(s) de vacío, especialmente basándose en el concepto de renovación del aceite de la(s) bomba(s) de vacío mediante el sistema lubricante de la caja de engranajes (reduciendo así también las partículas que contaminan el aceite), en donde la comprobación del grado de daño de diferentes piezas mecánicas de la bomba de vacío se puede realizar mediante un acelerómetro, permitiendo así aumentar el intervalo de mantenimiento, por ejemplo, de 2 500 horas a más de 32 000 horas;
- 55 - rastrear los acontecimientos, especialmente en el contexto de condiciones predefinidas para una detención de emergencia, especialmente basándose en el registro y seguimiento/análisis de los principales parámetros del sistema, reduciendo así el tiempo necesario para ejecutar un examen/una investigación del sistema, y limitando también así la necesidad de que los técnicos en el sitio busquen cualquier fallo y también limitando cualquier requisito para desmontar cualquier componente;

Se ha descubierto que, en una configuración integrada, los componentes de la presente disposición de caja de engranajes consumen al menos $\frac{1}{2}$ factor menos de energía eléctrica para lograr el mismo nivel de vacío en comparación con una configuración autónoma. En una configuración integrada, el vacío en la caja de engranajes se produce únicamente en las proximidades del dentado, en comparación con el vacío en toda la caja de engranajes de una configuración autónoma. Cabe mencionar que una configuración autónoma está preferentemente dedicada a cualquier tipo de caja de engranajes que no esté inicialmente diseñada para ejecutar en vacío. Por tanto, la presente invención proporciona un concepto que puede implementarse en vista de una alta eficiencia para ambos tipos de sistemas (integrado y autónomo).

65 Los términos personificados, en la medida en que no están formulados aquí en neutro, pueden referirse a todos los géneros dentro del alcance de la presente divulgación. Todos los términos o abreviaturas en inglés utilizados en este

documento son términos habituales en la industria y resultan familiares para el experto en el idioma inglés.

En los sistemas de caja de engranajes anteriores, el nivel de eficiencia alcanzable era menor y la funcionalidad proporcionada por la invención preventiva únicamente podía implementarse parcialmente y basándose en un esfuerzo relativamente alto. En particular, haciendo referencia a la enseñanza del documento WO 2003/074903 A2, se pueden mencionar las siguientes características: se proporcionan un primer y un segundo depósito de aceite de compensación, en donde el segundo depósito garantiza una especie de función de colector que centraliza el flujo de aceite procedente del primer depósito y la bomba de aceite; se proporcionan compensadores térmicos para compensar cualquier expansión térmica de los tubos de conexión entre la caja de engranajes y los depósitos de aceite y otros componentes del sistema lubricante; una derivación permite una transferencia de aceite desde la caja de engranajes hasta el sistema lubricante (externo), especialmente en caso de operaciones de mantenimiento en el primer y segundo depósito de aceite o en cualquier otro componente conectado a los mismos; la bomba de vacío es hecha funcionar a una velocidad/nivel de potencia fijo y se enfría mediante un sistema de refrigeración externo, y aguas arriba de la bomba de vacío están provistos un separador de aire/aceite así como otro filtro; el conjunto de tubos que conduce aire a la bomba de vacío o que realimenta aceite al sistema lubricante está equipado con drenajes de aceite; las válvulas en el depósito o los depósitos de aceite están configuradas para abrirse manualmente (por ejemplo, mediante una rueda manual (véanse los artículos G); se proporciona un sistema de media presión de aceite para accionar/cerrar las válvulas mencionadas anteriormente, en donde este sistema de media presión de aceite contiene un depósito de aceite, una bomba y válvulas de retención para impedir la apertura de válvulas cuando están cerradas (accionadores de válvulas relativamente grandes); la mayoría de las válvulas se activan mediante aire presurizado.

Por el contrario, la presente invención proporciona la enseñanza técnica de controlar eficiente y eficazmente el estado de funcionamiento de al menos la bomba de vacío y de controlar al menos un flujo de aceite (especialmente dependiendo del nivel de vacío real y/o dependiendo de las fugas de aire). Del mismo modo, no es necesaria ninguna derivación ni ningún compensador térmico. Por tanto, el concepto inventivo también permite una configuración bastante delgada de la disposición de caja de engranajes. No menos importante, cabe mencionar que la presente invención también permite un considerable ahorro de potencia/energía, especialmente en el contexto del control (o control de retroalimentación) del nivel de potencia de la bomba de vacío. En particular, el nivel de potencia de la bomba de vacío se ajusta lo más bajo posible para garantizar un nivel de vacío predefinido, por ejemplo, dependiendo de las fugas de aire reales a la caja de engranajes. Por ejemplo, la bomba de vacío es una bomba de vacío volumétrica.

De acuerdo con una realización, la bomba de vacío se comunica con el volumen interior (área de vacío parcial) del dispositivo de caja de engranajes mediante el depósito de aceite de vacío, especialmente por medio de un tubo de succión (segundo tubo) que acopla directamente la bomba de vacío y el depósito de aceite, preferentemente sin ningún filtro o proceso de filtrado intermedio (en donde el depósito de aceite preferentemente se acopla directamente al dispositivo de caja de engranajes mediante un primer tubo de succión, preferentemente sin ningún filtro o proceso de filtrado intermedio). Este tipo de conexión y unión también favorece un diseño delgado y opciones de control ventajosas.

De acuerdo con una realización, la pluralidad de válvulas comprende al menos una válvula automática configurada para unir (directamente) el depósito de aceite de nuevo al dispositivo de caja de engranajes (especialmente al volumen encerrado por el alojamiento de caja de engranajes) en un estado abierto y para garantizar dicha función de sifón en un estado cerrado, preferentemente al menos dos válvulas automáticas en disposición redundante configuradas respectivamente para garantizar dicha función de sifón respectivamente en un estado cerrado. Esta al menos una válvula automática también proporciona una capacidad de control y una seguridad mejoradas.

Cabe mencionar que el concepto inventivo permite proporcionar un flujo de aceite hacia/a través del dispositivo de caja de engranajes con un alto nivel de seguridad. Habitualmente, las al menos dos válvulas automáticas están en estado cerrado (funcionamiento de vacío). Preferentemente, las al menos dos válvulas automáticas en disposición redundante están provistas en paralelo en dos tubos (especialmente el sexto tubo y el séptimo tubo, como se describe en el presente documento).

La presente invención permite un mantenimiento y un seguimiento preventivos, en donde se puede iniciar un procedimiento de mantenimiento, por ejemplo, mediante las dos etapas siguientes o dependiendo de las dos condiciones siguientes: apertura de al menos una válvula automática, superar un nivel predefinido del valor medido por al menos un acelerómetro conectado a la bomba de vacío.

De acuerdo con una realización, la disposición de sifón seleccionable/conmutable es seleccionable/conmutable por medio de al menos una válvula automática dispuesta en al menos un tubo de acoplamiento atmosférico del conjunto de tubos que conecta el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes (especialmente el volumen encerrado por el alojamiento de caja de engranajes), preferentemente al menos dos válvulas automáticas en disposición redundante en el tubo de acoplamiento atmosférico redundante respectivo. Esto también facilita la conmutación del funcionamiento de vacío al funcionamiento atmosférico.

De acuerdo con la presente divulgación, la expresión funcional "tubo de acoplamiento atmosférico" enfatiza el hecho de que este tipo de conjunto de tubos se proporciona para redundancia y alto nivel de seguridad en el contexto de

modos de funcionamiento "normales" y para permitir un cambio en la trayectoria de flujo de aceite cuando se aplica un vacío parcial.

5 Cabe mencionar que la presente invención permite dispensar una derivación, por ejemplo, en el contexto de los requisitos de mantenimiento; dicho de otro modo: no hay necesidad de proporcionar un conjunto de tubos suplementario que derive el depósito de aceite de vacío. No obstante, una realización puede proporcionar opcionalmente también una derivación, por ejemplo, estando al menos una primera válvula automática dispuesta en un/el tubo de acoplamiento atmosférico y una segunda válvula automática en una derivación.

10 De acuerdo con una realización, la disposición de caja de engranajes presenta un volumen interior definido por un/el alojamiento de caja de engranajes interior, en donde unos sellados de eje impiden que entre aire en el volumen interior, en donde la bomba de vacío se comunica con dicho volumen interior mediante el depósito de aceite de vacío de acuerdo con al menos un modo de funcionamiento. Esto también permite un flujo de aceite favorable tanto mediante el volumen interior de la caja de engranajes (vacío parcial) como mediante el volumen encerrado por el alojamiento de la caja de engranajes (al menos aproximadamente en condiciones atmosféricas), especialmente en el contexto de un flujo de aceite (de nuevo al depósito de aceite de lubricante principal) impulsado exclusivamente por gravedad.

20 De acuerdo con una realización, la disposición de caja de engranajes está configurada para autoajustar la configuración de potencia de la bomba de vacío dependiendo de los datos de sensor reales del al menos un sensor de modo que se garantice un nivel de vacío predefinido tanto dentro del volumen interior (cavidad de vacío parcial) como dentro del depósito de aceite de vacío, especialmente dependiendo tanto de los datos de presión reales como de los datos de fugas de aire. Este concepto también permite acumular aceite que puede realimentarse a la caja de engranajes por medio de un diseño de línea delgada. Preferentemente, el control se puede realizar basándose en (al menos) datos de nivel de vacío. El control puede realizarse ventajosamente mediante o por medio de un/el controlador de velocidad de un/el motor eléctrico.

30 Cabe mencionar que los datos reales de fugas de aire pueden proporcionarse (opcionalmente) tanto mediante una disposición de sensor específica como mediante al menos un parámetro deducido de otros datos de sensor. Por ejemplo, los datos reales de fugas de aire se correlacionan con el rendimiento real (nivel) del dispositivo de caja de engranajes (por ejemplo, velocidad de rotación o etapa de potencia). Por ejemplo, cuando la temperatura de salida de aceite de caja de engranajes supera un valor determinado o cuando la velocidad de bomba de vacío se ejecuta por debajo de un valor o umbral determinado/predefinido (para un nivel de vacío predefinido/configurado), entonces la velocidad de la bomba de vacío se puede ajustar mediante una/la unidad de control, especialmente para disminuir la temperatura de salida del aceite o aumentar el nivel de vacío. En ese contexto, preferentemente, el control de retroalimentación del nivel de potencia de la bomba de vacío se puede llevar a cabo basándose en datos de presión reales y, opcionalmente, también basándose en datos de fugas de aire que se refieren a fugas de aire reales.

40 De acuerdo con una realización, la disposición de caja de engranajes está configurada para garantizar una presión (o densidad del gas) dentro del volumen interior (cavidad de vacío parcial) que se reduce al menos en 50 % en comparación con la presión atmosférica ambiental (por ejemplo, que se reduce al menos 500 mbar absolutos en comparación con 1 bar absoluto). Este nivel de vacío parcial debe considerarse únicamente como un ejemplo; el experto puede implementar la presente invención en el contexto de niveles de vacío parciales individuales que también pueden elegirse considerablemente más bajos.

45 De acuerdo con una realización, el dispositivo de caja de engranajes comprende al menos un sellado de eje que impide que entre aire en un/el alojamiento de caja de engranajes interior, en donde la disposición de caja de engranajes está configurada para controlar la configuración de potencia (especialmente la velocidad) de la bomba de vacío dependiendo de los datos de sensor reales (datos de fugas de aire) relacionados con una cantidad real de flujo de aire que entra en el dispositivo de caja de engranajes, especialmente mediante el al menos un sellado de eje. Esto también permite controlar o al menos supervisar el correcto funcionamiento eficiente del sistema de vacío. En particular, para cada disposición de caja de engranajes individual, los valores de experiencia que correlacionan un nivel de vacío específico o una velocidad específica de la bomba de vacío y un parámetro de fugas de aire permiten controlar o al menos supervisar el funcionamiento correcto del sistema, por ejemplo, en el contexto del diagnóstico de fallas.

55 Cabe mencionar que el parámetro del nivel de vacío es preferentemente un parámetro basándose en datos medidos momentáneamente, y la configuración de potencia (especialmente la velocidad) de la bomba de vacío es preferentemente un parámetro de control.

60 De acuerdo con una realización, la disposición de caja de engranajes comprende, además, un sistema de alta presión de aceite configurado para accionar al menos algunas de las válvulas, en particular al menos una válvula automática correlacionada con al menos un tubo de acoplamiento atmosférico del conjunto de tubos que conecta el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes (especialmente con el volumen encerrado por la caja de engranajes), en donde el sistema de alta presión de aceite incluye una bomba de aceite adicional (bomba de aceite de alta presión) y preferentemente comprende una pluralidad de válvulas de retención configuradas para impedir la apertura de válvulas. Esta configuración también proporciona un alto nivel de seguridad del sistema, especialmente cuando se trata de al menos dos válvulas automáticas dispuestas en paralelo sobre dos tubos de acoplamiento atmosférico (redundantes).

- 5 De acuerdo con una realización, la bomba de aceite está conectada y configurada para proporcionar aceite desde el depósito de aceite de vacío hasta un sistema lubricante de la disposición de caja de engranajes (generación de energía y/o línea de compresión); en donde la disposición de caja de engranajes está configurada para autoajustar la configuración de potencia de la bomba de aceite dependiendo de los datos de sensor de aceite reales, especialmente dependiendo de un nivel real de aceite dentro del depósito de aceite de vacío. Esta configuración proporciona también otras mejoras energéticas en combinación con otros componentes de la disposición de caja de engranajes.
- 10 De acuerdo con una realización, la bomba de aceite es independiente de un/el depósito de aceite de lubricante principal del dispositivo de caja de engranajes. Esta independencia también permite un alto grado de variabilidad procesal. En particular, para uno de varios modos de funcionamiento de la disposición de caja de engranajes, la bomba de aceite se hace funcionar para suministrar aceite desde el depósito de aceite de vacío directamente hasta la caja de engranajes (especialmente hasta el volumen encerrado por un/el alojamiento o una/la carcasa de caja de engranajes).
- 15 De acuerdo con una realización, la bomba de aceite está dispuesta y configurada para proporcionar aceite mediante el dispositivo de caja de engranajes a un tubo de salida de aceite para el flujo de aceite impulsado por gravedad desde el dispositivo de caja de engranajes de nuevo al depósito de aceite de lubricante principal. Esta disposición también permite una implementación favorable en muchas disposiciones de conjunto de tubos estándar que comprenden una realimentación de aceite al depósito de aceite de lubricante principal (exclusivamente) impulsada por gravedad.
- 20 De acuerdo con una realización, el conjunto de tubos que conecta el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes comprende al menos los siguientes tubos: tubo de succión que conecta el volumen interior de la caja de engranajes (área de vacío parcial) y el depósito de aceite (primer tubo), tubo de aceite que conecta el depósito de aceite de vacío y la bomba de aceite y el dispositivo de caja de engranajes (tercer tubo), al menos un tubo de acoplamiento atmosférico que conecta directamente el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes (sexto tubo y/o séptimo tubo). Esta configuración permite tanto un diseño delgado como una alta seguridad, así como variabilidad.
- 25 De acuerdo con una realización, la pluralidad de válvulas comprende al menos las siguientes válvulas automáticas: al menos una válvula automática dispuesta en un tubo de acoplamiento atmosférico que conecta directamente el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes (preferentemente al menos dos válvulas automáticas en disposición redundante configuradas respectivamente para garantizar dicha función de sifón respectivamente en un estado cerrado), al menos una válvula automática que une respectivamente una parte superior del depósito de aceite y una parte superior del dispositivo de caja de engranajes a la atmósfera (ventilación). Esto permite controlar fácilmente las funciones principales de funcionamiento en el contexto tanto del funcionamiento de vacío como del funcionamiento atmosférico mediante válvulas automáticas.
- 30 De acuerdo con una realización, la pluralidad de válvulas al menos también comprende al menos una válvula automática que ajusta la cantidad de aceite suministrada para enfriar el engranaje/dentado de la caja de engranajes (y dispuesta en un tubo de alimentación de aceite que conecta el dispositivo de caja de engranajes a un depósito de aceite principal que suministra aceite al engranaje). Cabe señalar que esta válvula debe configurarse preferentemente de modo que, en caso de falta de energía, la válvula se abra completamente.
- 35 De acuerdo con una realización, la pluralidad de válvulas comprende al menos una válvula automática dispuesta en un/el tubo de acoplamiento atmosférico (respectivo) que conecta el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes, y una válvula automática dispuesta en un/el tubo que une el depósito de aceite con la atmósfera. Esto también proporciona una capacidad de control relacionada con el rendimiento del medio refrigerante, respectivamente.
- 40 De acuerdo con una realización, la bomba de vacío está equipada con un sensor de aceleración, en donde la bomba de vacío se controla dependiendo de datos de sensor del sensor de aceleración. Esto mejora específicamente la supervisión/control de la bomba de vacío y también contribuye a mejorar la eficiencia del mantenimiento.
- 45 De acuerdo con una realización, la bomba de vacío se enfría y/o se lubrica mediante una/la circulación de aceite de la disposición de caja de engranajes, especialmente mediante una/la circulación de aceite (sistema de entrada de aceite) del dispositivo de caja de engranajes, especialmente mediante un tubo de succión/alimentación de aceite separado (el cuarto tubo preferentemente conecta directamente el dispositivo de caja de engranajes y la bomba de vacío) y un tubo de realimentación de aceite separado (el quinto tubo preferentemente alimenta directamente desde la bomba de vacío al dispositivo de caja de engranajes o a una realimentación o realimentación tubo desde el depósito de aceite hasta el dispositivo de caja de engranajes). Se ha descubierto que tal enfriamiento de la bomba de vacío puede aumentar el ciclo de vida de la bomba y también puede aumentar la duración de los intervalos de mantenimiento al menos en un factor 5 o incluso más que un factor 10. Esta configuración también mejora el entrelazado procesual y permite efectos sinérgicos.
- 50 De acuerdo con una realización, un tubo de escape de la bomba de vacío está conectado a la caja de engranajes, al menos indirectamente mediante un/el tubo de acoplamiento atmosférico. Esto puede mejorar aún más la funcionalidad, especialmente también basándose en una visión holística que también tiene en cuenta los requisitos
- 55
- 60
- 65

medioambientales.

De acuerdo con una realización, la disposición de caja de engranajes está configurada para proporcionar aceite desde el depósito de aceite de vacío también para enfriar un/el engranaje/dentado del dispositivo de caja de engranajes y/o para lubricar al menos el dispositivo de caja de engranajes y/o para lubricar otros componentes de la caja de engranajes, especialmente por medio de un conjunto de tubos adicional hasta un sistema de lubricación. Esta variabilidad mejora aún más la implementación sinérgica de la presente invención en el contexto de otros componentes de la disposición de caja de engranajes, proporcionando así un concepto aún más amplio/extenso que considera múltiples aspectos y condiciones para una operación (control) eficiente y sostenible de los sistemas de caja de engranajes.

Cabe mencionar que el concepto inventivo también permite implementar fácilmente mejoras en el contexto de la redirección del flujo de aire; en particular, el tubo de escape de la bomba de vacío se redirige al sistema de lubricación, permitiendo tal configuración impedir emisiones al medio ambiente.

De acuerdo con una realización, la disposición de caja de engranajes está configurada para la implementación tanto integrada como autónoma de los componentes de vacío y bombeo de aceite. Esta variabilidad permite la implementación de la presente invención en el contexto de muchos tipos diferentes de disposiciones.

De acuerdo con una realización, al menos los componentes de vacío y, opcionalmente, también los componentes de bombeo de aceite están integrados en el dispositivo de caja de engranajes. Esto mejora aún más el diseño delgado y la compacidad y también permite una alta rentabilidad.

De acuerdo con una realización, al menos los componentes de vacío se proporcionan en una configuración autónoma que proporciona una derivación que permite el mantenimiento, especialmente de la bomba de aceite, independientemente de un estado de funcionamiento del dispositivo de caja de engranajes. Esta configuración opcional puede implementarse en constelaciones específicas que requieren un esfuerzo de mantenimiento relativamente alto. La presente invención proporciona un concepto que permite adaptar fácilmente un diseño integrado o una configuración autónoma.

De acuerdo con una realización, la unidad de sensor comprende al menos un acelerómetro y está configurada para medir al menos un parámetro de vibración, especialmente de piezas mecánicas de al menos la bomba de vacío. Esto permite mejorar aún más el seguimiento y el control, especialmente en el contexto del mantenimiento predictivo.

De acuerdo con una realización, la unidad de control está configurada para autocontrolar un proceso de (re)inicio de la disposición de caja de engranajes, especialmente en el contexto del mantenimiento o la detención de al menos uno de los componentes de la disposición de caja de engranajes, en donde la disposición de caja de engranajes comprende preferentemente una unidad de almacenamiento de energía configurada para proporcionar energía a la disposición de caja de engranajes, por ejemplo, en caso de apagón. Esto puede mejorar considerablemente la preparación y el autocontrol del sistema. Esta función de reinicio también permite ahorrar tiempo en el contexto de la reinicialización de los parámetros del sistema. Preferentemente, la unidad de control está configurada para la supervisión del estado de los componentes de la disposición de caja de engranajes, especialmente basándose en el almacenamiento incremental de datos críticos, por ejemplo, relacionados con el estado de rendimiento o mantenimiento. El almacenamiento incremental se lleva a cabo, por ejemplo, durante un período de una semana o un mes, en donde, una vez transcurrido este período, los datos se almacenan sobrescribiendo los datos anteriores (más antiguos). Esto también permite un proceso de supervisión delgado y seguro, lo que facilita la comprobación de la exactitud de los parámetros y también facilita el mantenimiento y el servicio.

De acuerdo con una realización, la disposición de caja de engranajes está configurada para controlar al menos los dos tipos siguientes de flujo de aceite al dispositivo de caja de engranajes: flujo de aceite al dentado, flujo de aceite a al menos un cojinete del dispositivo de caja de engranajes. Esto permite hacer el control aún más específico, especialmente correlacionando la manera de controlar el flujo de aceite con la manera de controlar al menos una bomba de vacío. El control de estos dos tipos de flujo de aceite se puede llevar a cabo de forma independiente o dependiente el uno del otro.

Un aspecto de la invención se refiere a métodos o procesos que permiten realizar fácilmente las ventajas descritas anteriormente.

En particular, por lo tanto, el objetivo mencionado anteriormente también se resuelve mediante un método para proporcionar y mantener un vacío parcial dentro de al menos un dispositivo de caja de engranajes en una disposición de caja de engranajes, especialmente dentro de un dispositivo de caja de engranajes turbo de alta eficiencia, en donde una bomba de vacío se comunica con un volumen interior (cavidad de vacío parcial) del dispositivo de caja de engranajes mediante un depósito de aceite de vacío, en donde una bomba de aceite acoplada al depósito de aceite de vacío proporciona el acoplamiento del flujo de aceite al dispositivo de caja de engranajes y, opcionalmente, también a un conjunto de tubos lubricantes, en donde una unidad de control controla al menos la bomba de vacío y la bomba de aceite, respectivamente, dependiendo de los datos de sensor reales de una unidad de sensor que comprende al

menos un sensor relacionado con la presión (nivel de vacío), temperatura y/o nivel de aceite, en donde el depósito de aceite de vacío y al menos una válvula automática proporcionan una disposición de sifón seleccionable/conmutable de modo que se garantice un nivel de vacío predefinido/predefinible dentro del volumen interior (área de vacío parcial) por medio de la bomba de vacío y mediante el depósito de aceite de vacío, en donde el nivel de vacío predefinido/predefinible se controla al controlar la bomba de vacío dependiendo de los datos de sensor reales del al menos un sensor, comprendiendo los datos de sensor al menos uno de los siguientes tipos de datos: datos de sensor de presión relacionados con un/el nivel de vacío dentro del volumen interior (cavidad de vacío parcial), datos de sensor de fugas de aire relacionados con el dispositivo de caja de engranajes. Esto también garantiza mejoras en el estado de funcionamiento y en la funcionalidad de control. En particular, un método de este tipo proporciona las ventajas descritas anteriormente en el contexto de la disposición de caja de engranajes.

De acuerdo con una realización, al menos una válvula automática se acciona para unir (directamente) el depósito de aceite de nuevo al dispositivo de caja de engranajes en un estado abierto y para garantizar dicha función de sifón en un estado cerrado, seleccionando/cambiando así la disposición de sifón. Esto también ofrece posibilidades de control ventajosas en combinación con un diseño de línea delgada, especialmente sin la necesidad de ninguna derivación suplementaria.

De acuerdo con una realización, se controla un parámetro de accionamiento de al menos una válvula automática, especialmente el tiempo de apertura/cierre requerido para accionar al menos una válvula automática. Se ha descubierto que, en ciertas constelaciones, el tiempo de apertura/cierre requerido de al menos una válvula automática puede considerarse un parámetro crítico (por ejemplo, mientras la bomba de aceite está detenida, especialmente en el contexto del funcionamiento de un engranaje maestro). Al supervisar y predecir ese parámetro, la presente invención proporciona un proceso y un sistema aún más robustos.

De acuerdo con una realización, una/la configuración de potencia de la bomba de vacío, especialmente la velocidad de rotación, se autoajusta dependiendo de los datos de sensor reales del al menos un sensor de modo que se garantice un nivel de vacío predefinido tanto dentro del volumen interior (cavidad de vacío parcial) como dentro del depósito de aceite, especialmente dependiendo tanto de los datos de presión reales como de los datos de fugas de aire. Esto también mejora la eficiencia energética de los componentes involucrados y también puede prolongar la vida útil.

De acuerdo con una realización, la presión (o densidad del gas) dentro del volumen interior (cavidad de vacío parcial) se reduce al menos un 50 % en comparación con la presión atmosférica ambiental (por ejemplo, 500 mbar absolutos en comparación con 1 bar absoluto). Este nivel de vacío se menciona únicamente como ejemplo; el experto puede ajustar el nivel de vacío deseado (predefinible) dependiendo de las disposiciones individuales de la caja de engranajes.

De acuerdo con una realización, se controla al menos uno de los siguientes parámetros: nivel de aceite en el depósito de aceite de vacío, nivel de vacío dentro del volumen interior (área de vacío parcial) del dispositivo de caja de engranajes y dentro de una parte superior del depósito de aceite de vacío, configuración de velocidad/potencia de la bomba de vacío, configuración de velocidad/potencia de la bomba de aceite, posición de válvula de las válvulas automáticas que controlan la manera de acoplamiento del flujo de aceite desde el depósito de aceite de vacío mediante el dispositivo de caja de engranajes hasta el depósito de aceite de lubricante principal, temperaturas de la bomba de vacío, temperatura de los motores eléctricos de la bomba de aceite y la bomba de vacío, posición de la válvula automática que controla el flujo de aceite que enfría el engranaje/dentado. Estos parámetros/datos proporcionan una gran base de datos para futuras mejoras en el contexto de la eficiencia, el control y el mantenimiento.

De acuerdo con una realización, al menos un parámetro de vibración, especialmente de piezas mecánicas de al menos la bomba de vacío de la disposición de caja de engranajes, se mide mediante al menos un acelerómetro, especialmente en el contexto del mantenimiento predictivo. Esto mejora aún más el supervisión y control de los parámetros del sistema y permite el uso sustentable de los componentes involucrados basándose en acciones de mantenimiento eficientes.

De acuerdo con una realización, se controla al menos un flujo de aceite al dentado del dispositivo de caja de engranajes dependiendo del nivel de vacío real y, opcionalmente, también se controla al menos otro tipo de flujo de aceite, especialmente un flujo de aceite a al menos un cojinete del dispositivo de caja de engranajes. Esto también permite mayores mejoras de eficiencia, así como condiciones de funcionamiento más específicas.

Un aspecto de la invención se refiere a un programa informático y a un método implementado por ordenador que proporciona las ventajas mencionadas anteriormente, en donde el control de al menos la bomba de vacío se lleva a cabo mediante el método implementado por ordenador. Dicho de otro modo: al menos algunas de las ventajas descritas anteriormente se pueden lograr implementando la funcionalidad de control descrita en el presente documento, es decir, mediante el uso de un programa informático que proporciona esta funcionalidad de control al menos en el contexto del funcionamiento de la bomba de vacío y el funcionamiento de la disposición de sifón que incluye la al menos una válvula automática.

Resumen: La presente invención se refiere a disposiciones de caja de engranajes que presentan al menos un dispositivo de caja de engranajes (turbo) y configuradas para proporcionar un vacío parcial dentro del dispositivo de

caja de engranajes y que comprenden una bomba de vacío, un depósito de aceite de vacío, una bomba de aceite acoplada al depósito de aceite de vacío y una pluralidad de válvulas; y que comprenden una unidad de sensor y una unidad de control configuradas para controlar al menos la bomba de vacío y la bomba de aceite, respectivamente, dependiendo de los datos de sensor reales, en donde el depósito de aceite de vacío y al menos una de las válvulas proporcionan una disposición de sifón conmutable de modo que se garantiza un nivel de vacío predefinible dentro del volumen interior (área de vacío parcial) por medio de la bomba de vacío y mediante el depósito de aceite de vacío y al controlar la bomba de vacío dependiendo de los datos de sensor reales. La presente invención se refiere, además, a métodos para proporcionar y mantener un vacío parcial por medio de tales disposiciones de caja de engranajes.

10 Breve descripción de las figuras

En los dibujos:

- 15 **las figuras 1A, 1B, 1C** muestran, en vistas en perspectiva, una disposición de caja de engranajes de acuerdo con una realización (implementación integrada);
 la **figura 2** muestra, en una vista en perspectiva, una disposición de caja de engranajes de acuerdo con una realización (implementación integrada);
 la **figura 3** muestra, en una vista en perspectiva, una disposición de caja de engranajes de acuerdo con una realización (implementación autónoma);
 20 **las figuras 4A, 4B** muestran, en vistas en perspectiva, una caja de engranajes de acuerdo con la técnica anterior (implementación autónoma);
 la **figura 5** muestra etapas de un proceso de acuerdo con realizaciones;
 la **figura 6** muestra, en una ilustración esquemática, una disposición de caja de engranajes de acuerdo con realizaciones;
 25 la **figura 7** muestra, en una representación esquemática, una caja de engranajes de acuerdo con la técnica anterior;
las figuras 8A, 8B, 8C muestran respectivamente, en una ilustración esquemática, otra caja de engranajes de acuerdo con la técnica anterior;
las figuras 9A, 9B, 9C muestran respectivamente, en una ilustración esquemática, una disposición de caja de engranajes de acuerdo con realizaciones.

Descripción detallada de las figuras

35 En primer lugar, los símbolos de referencia se describen en términos generales; se hace referencia individual en relación con las figuras respectivas.

Normalmente, una caja de engranajes 4 se dispone entre una máquina motriz 2 y una máquina impulsada 6. Estos componentes están conectados a un depósito de aceite principal 1 por medio del(los) tubo(s) de entrada de aceite principal 1b, y una bomba de aceite de lubricante principal 1a proporciona el flujo de aceite. La recirculación al depósito de aceite principal 1 se puede realizar mediante el tubo de salida de aceite 1c (máquina impulsada), el tubo de salida de aceite 1d (caja de engranajes) y el tubo de salida de aceite 1e (máquina motriz). Normalmente, el depósito de aceite principal 1 presenta un extractor de vapor de aceite 1f así como un filtro de vapor 1g.

45 La caja de engranajes 4 comprende al menos un piñón 4a y al menos una rueda 4b (dentado), en donde un/el eje 4.1 que une la máquina motriz a la caja de engranajes y un/el eje 4.2 que une la caja de engranajes a la máquina impulsada están sellados por medio de unos sellados 4c, 4d.

Una bomba de vacío de velocidad fija 5 permite proporcionar un vacío parcial a la caja de engranajes mediante un depósito de aceite 7, en donde una válvula 7a para aislamiento (mantenimiento) y al menos una junta de expansión térmica 7b dispuesta en un/el tubo de entrada 7.1 permiten derivar este (primer) depósito de aceite 7 y también otros componentes de vacío. El depósito de aceite 7 está equipado con una admisión de aire 7c (para aire de respiración) que tiene una válvula automática. Una línea de derivación 9e permite la recirculación del flujo de aceite al depósito de aceite de lubricante principal 1 basándose en la gravedad (especialmente basándose exclusivamente en la gravedad), en donde la línea de derivación está equipada con una válvula automática 7d. Una bomba de aceite principal 8 está dispuesta aguas abajo del (primer) depósito de aceite 7. Esta disposición comprende, además, un depósito de aceite intermedio 9 y al menos una junta de expansión térmica 9a. Una válvula automática 7e dispuesta entre los dos depósitos 7, 9 permite proporcionar un vacío únicamente al depósito y la caja de engranajes. Esta disposición comprende, además, una válvula 9b para aislamiento (mantenimiento) que está dispuesta aguas abajo del depósito de aceite intermedio 9. Aguas arriba de la bomba de vacío 5, está dispuesto un filtro de aire/aceite 9c y conectado con el depósito de aceite intermedio 9. Esta disposición comprende, además, un tubo 9d que conecta tanto el depósito de aceite intermedio 9 como la línea de derivación 9e con el sistema lubricante principal o al depósito de aceite de lubricante principal 1. La interacción o colaboración de estos componentes se puede gestionar por medio de al menos un dispositivo eléctrico y de instrumentación 3.

65 Basándose en esto, la presente invención proporciona una disposición de caja de engranajes 10 que presenta un dispositivo de caja de engranajes 11 que tiene un alojamiento de caja de engranajes 11.1 y un alojamiento de caja de

engranajes interior 11.1a que aloja un/el engranaje/dentado 11.5, en donde el alojamiento de caja de engranajes 11.1 está sellado por medio de sellados de extremo de eje 11.3 y el alojamiento de caja de engranajes interior 11.1a está sellado por medio de sellados de eje adicionales 11.4. El alojamiento de caja de engranajes 11.1 encierra un volumen C11.1 y el alojamiento de caja de engranajes interior 11.1a encierra un volumen interior que representa el área de vacío parcial en condiciones de ejecución de vacío. Una disposición de sifón 20 (que incluye bomba, depósito, conjunto de tubos, válvulas) permite modos de funcionamiento favorables en condiciones atmosféricas y de vacío parcial, o la disposición de sifón 20 permite una conmutación favorable entre estos modos de funcionamiento, así como procedimientos de mantenimiento favorables. En particular, la disposición de sifón 20 incluye un depósito de aceite de vacío (suplementario) 12 (que es diferente de un depósito de aceite de lubricante principal), una bomba de aceite 13 que tiene un motor de bomba de aceite 13.1 (especialmente un motor eléctrico de velocidad variable) y una entrada de bomba de aceite 13.3 y una salida de bomba de aceite 13.5, una bomba de vacío 14 que tiene un motor de bomba de vacío 14.1 (motor eléctrico de velocidad variable) y un pie de bomba de vacío 14.3 y una admisión de aire 14.5. La disposición de sifón 20 incluye, además, al menos uno de los siguientes componentes de conjunto de tubos 15: primer tubo 15.1 (tubo de succión que conecta el volumen interior de la caja de engranajes y el depósito de aceite), segundo tubo 15.2 (tubo de succión que conecta el depósito de aceite y la bomba de vacío), tercer tubo 15.3 (tubo de aceite que conecta el depósito de aceite y la bomba de aceite y el dispositivo de caja de engranajes), cuarto tubo 15.4 (tubo de succión/alimentación de aceite que conecta el dispositivo de caja de engranajes y la bomba de vacío), quinto tubo 15.5 (tubo de alimentación de aceite que conecta la bomba de vacío y el dispositivo de caja de engranajes), sexto tubo 15.6 (primer acoplamiento atmosférico entre el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes), séptimo tubo 15.7 (segundo acoplamiento atmosférico entre el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes), octavo tubo 15.8 (tubo de escape desde la bomba de vacío, por ejemplo, unido al sexto o séptimo tubo), noveno tubo 15.9 (que conecta el depósito de aceite de lubricante principal y el alojamiento de la caja de engranajes). La disposición de sifón 20 incluye, además, preferentemente válvulas automáticas 16 redundantes, en concreto, una primera y una segunda válvula automática 16a dispuestas en la primera/segunda línea de acoplamiento atmosférico, y también al menos una válvula automática 16b dispuesta y configurada para unir una parte superior del depósito de aceite y una parte superior del dispositivo de caja de engranajes a la atmósfera (ventilación), y también al menos una válvula automática 16c dispuesta y configurada para ajustar la cantidad de aceite suministrada para enfriar el engranaje/dentado. Una unidad de control 17 proporciona al menos una función de control basada especialmente en datos proporcionados por una unidad de sensor 18 que comprende al menos uno de los siguientes sensores: sensor de presión 18a (sensor de vacío), sensor de aceleración 18b (especialmente acelerómetro que comprueba los parámetros de vibración al menos en la bomba de vacío), sensor/indicador de nivel de aceite 18c (especialmente en referencia al nivel de aceite en el depósito de aceite de vacío), sensor de fugas de aire 18d, sensor o indicador de nivel del sistema de refrigeración de vacío 18e, especialmente en la bomba de vacío, sensor/indicador de nivel de aceite 18f (especialmente en referencia al nivel de aceite en el depósito de aceite de vacío), indicador de nivel de aceite 18g correlacionado con una función de alarma.

Una instalación de lubricación 19 proporcionada/gestionada por un/el operador de la planta puede comprender el depósito de aceite de lubricante principal 1, en donde el acoplamiento al dispositivo de caja de engranajes 11 se puede realizar, por ejemplo, por medio de una brida de salida de aceite 19d.

El dispositivo de caja de engranajes 11 puede comprender, además, un motor eléctrico 11.7 de un engranaje giratorio. Ventajosamente, la disposición de sifón 20 está provista/dispuesta dentro de un bastidor 21 que puede manejarse, por ejemplo, por medio de una pluralidad de puntos de elevación 23 (puntos de aplicación de fuerza).

La disposición de caja de engranajes 10 puede comprender, además, un sistema de alta presión de aceite 30 que presenta una bomba de aceite adicional 33 (bomba de aceite de alta presión) y al menos una válvula de retención 36 configurada para accionar una línea de alta presión 31.

Un dispositivo de unión eléctrica intermedio 40 también puede proporcionar alojamiento para la unidad de control 17. La disposición de caja de engranajes 10 puede comprender, además, un conmutador 50 (acoplado a/con la unidad de control) para medir el nivel de presión en la parte superior del depósito (sonda de presión), respectivamente. para controlar al menos uno de los modos de funcionamiento descritos en el presente documento.

En lo sucesivo en el presente documento, algunas características de la presente invención se describen con más detalle con referencia a figuras individuales o ejemplos de realizaciones.

Las figuras 1A, 1B, 1C y la figura 2 describen respectivamente una disposición de caja de engranajes 10 que realiza la disposición de sifón 20 en una implementación integrada.

Haciendo referencia a la figura 1A, se proporciona una admisión de aire adicional 14.5 para la bomba de vacío 14 y se puede designar con más detalle la siguiente disposición de conjunto de tubos: tubo de aceite 15.4 para lubricar y enfriar la bomba de vacío conectada al tubo de salida de depósito de aceite; retorno de tubo de aceite 15.3 desde la bomba de aceite principal conectado al retorno de aceite de depósito; entrada de tubo de vacío o entrada de tubo de aceite 15.1 en el depósito de aceite (procedente de la caja de engranajes); salida de tubo de aceite 15.6, 15.7 del depósito principal que conduce al dispositivo de caja de engranajes (primer y segundo acoplamiento atmosférico entre el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes). La figura 1A muestra, además, un sensor/indicador de

nivel de aceite 18f (especialmente en referencia al nivel de aceite en la caja de engranajes) y un indicador de nivel de aceite 18g correlacionado con una función de alarma.

5 De acuerdo con la figura 1B, un/el indicador de nivel 18e del sistema de refrigeración de vacío está provisto para/en la bomba de vacío. Un pie de bomba de vacío 14.3 garantiza la disposición de la bomba.

10 La figura 1C muestra, además, una entrada de bomba de aceite 13.3 y una salida de bomba de aceite 13.5. Un dispositivo de unión eléctrica intermedio 40 está dispuesto lateralmente en el depósito 12. De acuerdo con la figura 1C, un conmutador 50 (sonda de presión) permite medir el nivel de presión en la parte superior del depósito.

15 Como se muestra en la figura 2, un/el motor eléctrico 11.7 de un engranaje giratorio del dispositivo de caja de engranajes 11 permite hacer girar el engranaje. Una brida de salida de aceite 19d permite conectar el dispositivo de caja de engranajes a una instalación de lubricación específica (especialmente proporcionada por un operador de una/la planta).

20 La **figura 3** muestra una configuración autónoma, en donde la disposición de sifón se proporciona separada del dispositivo de caja de engranajes 11. La disposición de sifón 20 que permite una eficiencia mejorada se puede proporcionar en un bastidor 21 separado. Unos puntos de elevación (puntos de aplicación de fuerza) 23 permiten manipular la disposición de sifón 20 por separado.

25 En una disposición de acuerdo con las **figuras 4A, 4B** (técnica anterior), los componentes de bomba de vacío se proporcionan separados del dispositivo de caja de engranajes, en donde una línea de derivación 9e permite derivar la disposición de bomba de vacío. El tubo de entrada 7.1 del depósito de vacío de aceite principal 7 permite la conexión a la caja de engranajes. Cabe mencionar que una disposición de acuerdo con la figura 4 permite derivar la unidad completa proporcionada para mejorar la eficiencia, especialmente para permitir también diferentes modos de funcionamiento. No obstante, se ha descubierto que este diseño incluye algunos inconvenientes (especialmente descubiertos en la práctica diaria), por ejemplo, la necesidad de un compensador térmico para alojar la extensión térmica del tubo, la necesidad de un bastidor que soporte el depósito de aceite y otros componentes, la necesidad de válvulas impulsadas manualmente para aislar la unidad, la necesidad de un depósito de salida intermedio aguas arriba del depósito de aceite principal del cliente y la necesidad de un separador de aceite/aire aguas arriba de la bomba de vacío. Del mismo modo, este diseño requiere una gran cantidad de válvulas automáticas. Del mismo modo, se necesita un conjunto de tubos especiales para evacuar los condensados de aceite antes de alimentar la bomba de vacío y la bomba de vacío también debe enfriarse mediante un dispositivo bastante específico. No menos importante, existe la necesidad de aislar térmicamente el depósito de aceite para reducir cualquier riesgo en el contexto de los técnicos que trabajan en el depósito durante la operación, y también de enfriar el aire para enfriar la instalación eléctrica principal.

La **figura 5** ilustra etapas de un proceso de acuerdo con realizaciones de la presente invención:

- 40 etapa **S1** proporcionar un vacío parcial (por ejemplo, 500 mbar absolutos) al volumen interior del dispositivo de caja de engranajes, especialmente mediante una/la bomba de vacío que se comunica mediante un depósito de aceite de vacío intermedio; la etapa S1 puede comprender la etapa S1.1;
- etapa **S1.1** enfriar y/o lubricar la bomba de vacío mediante el sistema de entrada de aceite de caja de engranajes;
- 45 etapa **S2** controlar al menos la bomba de vacío y la bomba de aceite, respectivamente, dependiendo de los datos de sensor reales; la etapa S2 puede comprender las etapas S2.1 y S2.2;
- etapa **S2.1** proporcionar aceite al dispositivo de caja de engranajes y opcionalmente también a un conjunto de tubos lubricantes;
- etapa **S2.2** controlar la alimentación de aceite desde el depósito de aceite principal para enfriar/lubricar el engranaje;
- 50 etapa **S3** seleccionar/conmutar el depósito de aceite de vacío a una disposición de sifón;
- etapa **S4** configuración de potencia autoajutable de la bomba de vacío y/o bomba de aceite;
- etapa **S5** controlando al menos uno de los siguientes parámetros: nivel de aceite, nivel de vacío, configuración de potencia de la(s) bomba(s), posiciones de válvulas, temperatura de la(s) bomba(s) o motor(es) asociado(s);
- 55 etapa **S6** accionar al menos una válvula (ventilación) en la caja de engranajes y/o el depósito de aceite para regresar a la presión/condiciones atmosféricas;

60 la **figura 6** muestra esquemáticamente una disposición de caja de engranajes 10 que incluye un dispositivo de caja de engranajes 11 que presenta un alojamiento de caja de engranajes 11.1 y un alojamiento interior 11.1a que separa el área de dentado (engranaje/dentado 11.5) del área de cojinete, y proporciona el área de vacío parcial C11 (que es diferente de toda el área C11.1 encerrada por el alojamiento 11.1). Las obturaciones de los extremos del eje 11.3 están configuradas para sellar el alojamiento de la caja de engranajes 11.1, y las obturaciones del eje 11.4 se encargan específicamente de sellar el alojamiento de caja de engranajes interior 11.1a frente a la presión atmosférica, proporcionando así controlar/impedir que el flujo de aire entre en el alojamiento interior 11.1a.

65

Un depósito de aceite principal (aceite de lubricante) 1 está conectado a la caja de engranajes mediante la válvula 16c para controlar la entrada de aceite. Un depósito de aceite de vacío (suplementario) 12 y una bomba de aceite 13 y una bomba de vacío 14 y un conjunto de tubos 15 proporcionan una disposición de sifón, en donde un/el motor de bomba de aceite 13.1 y un/el motor de bomba de vacío 14.1 son ambos motores eléctricos de velocidad variable. En particular, un primer tubo 15.1 está configurado como tubo de succión que conecta el volumen interior de la caja de engranajes y el depósito de aceite, y un segundo tubo 15.2 está configurado como tubo de succión que conecta el depósito de aceite y la bomba de vacío, y un tercer tubo 15.3 sirve para acoplar/conectar el depósito de aceite y la bomba de aceite y el dispositivo de caja de engranajes, y un cuarto tubo 15.4 está configurado como tubo de succión/alimentación de aceite que conecta el dispositivo de caja de engranajes y la bomba de vacío, y un quinto tubo 15.5 está configurado como tubo de realimentación de aceite que conecta la bomba de vacío y el dispositivo de caja de engranajes (o al menos el sexto o séptimo tubo), un sexto tubo 15.6 está configurado como primer acoplamiento atmosférico entre el depósito de aceite 12 y el dispositivo de caja de engranajes 11, y un séptimo tubo 15.7 está configurado como segundo acoplamiento atmosférico (redundante) entre el depósito de aceite 12 y el dispositivo de caja de engranajes 11, y un octavo tubo 15.8 está configurado como tubo de escape desde la bomba de vacío, por ejemplo, unido al sexto o séptimo tubo. Cabe señalar que el tubo de aceite respectivo (especialmente los tubos 15.1, 15.2) está configurado de modo que no se llena completamente de aceite, permitiendo así que el vacío pase/se extienda en el área superior del tubo respectivo.

En particular, la disposición mostrada en la figura 6 es favorable en el contexto de los requisitos de mantenimiento también mientras la caja de engranajes está en ejecución, por ejemplo, mantenimiento del depósito de aceite de vacío y/o bombas, en donde se pueden eliminar/renunciar cualesquiera componentes (que permiten la operación de mantenimiento mientras la caja de engranajes está en ejecución) utilizados hasta ahora.

La figura 7 ilustra una primera disposición de acuerdo con la técnica anterior, comprendiendo especialmente los siguientes componentes: un depósito de aceite de lubricante principal 1, una bomba de aceite de lubricante principal 1a, tubo(s) de entrada de aceite principal(es) 1b, un tubo de salida de aceite 1c de una/la máquina impulsada 6, un tubo de salida de aceite 1d de una/la caja de engranajes, un tubo de salida de aceite 1e de una/la máquina motriz 2, un extractor de ventilador de vapor de aceite 1f, un filtro de vapor 1g, un eje 4.1 que une la máquina motriz a la caja de engranajes, una/la caja de engranajes 4, un piñón 4a y un rueda 4b (engranaje), al menos un sellado 4c en una sección de eje de alta velocidad, al menos un sellado 4d en una sección de eje de baja velocidad, y un eje 4.2 que une la caja de engranajes a la máquina impulsada.

Cabe señalar que el conjunto de tubos 1c, 1d, 1e está diseñado para proporcionar flujo de aceite al depósito de aceite de lubricante principal 1 basándose en la gravedad (sin fuerza motriz técnica adicional, sin parámetro de impulso de flujo técnico), lo cual puede ser un criterio necesario o al menos un requisito por parte de un operador de planta también en el contexto de la presente invención.

Las figuras 8A, 8B, 8C describen una segunda disposición de acuerdo con la técnica anterior. En esta disposición, dos depósitos de aceite 7, 9 están conectados entre la caja de engranajes 4 y el depósito de aceite de lubricante principal 1, en concreto, un depósito de aceite 7 aguas abajo de la caja de engranajes, y un depósito de aceite intermedio 9 aguas abajo del depósito de aceite 7, en donde una/la bomba de vacío 5 y una/la bomba de aceite principal 8 están dispuestas entre estos depósitos 7, 9; la bomba de vacío 5 se impulsa a velocidad fija. Un filtro de aire/aceite 9c está dispuesto aguas arriba de la bomba de vacío 9, incluyendo un tubo de condensado de aceite conectado al depósito de aceite intermedio 9.

La bomba de aceite principal 8 y una válvula automática 7e están dispuestas en el conjunto de tubos entre el depósito de aceite 7 y el depósito de aceite intermedio 9, en donde la válvula automática 7e permite proporcionar un vacío al depósito de aceite y a la caja de engranajes únicamente. Unas juntas de expansión térmica 7b, 9a se proporcionan en el conjunto de tubos entre la caja de engranajes y el depósito de aceite de lubricante principal 1 y se conectan mediante válvulas 7a, 9b para aislamiento (mantenimiento). En el depósito de aceite 7, una admisión de aire que incluye una válvula automática 7c permite respirar aire (incluido un filtro que impide que el polvo contamine potencialmente el aceite).

La disposición descrita en la figura 8 incluye una derivación (línea de derivación 9e; figura 4B, figura 8C) que permite derivar la disposición de depósito de aceite 7, 9, que incluye una válvula automática 7d. Esta línea de derivación conduce hasta el tubo 9d que redirige al sistema lubricante principal (depósito de aceite de lubricante 1). Un dispositivo eléctrico y de instrumentación 3 está configurado para controlar el funcionamiento y la interacción de los componentes mostrados en la figura 8 en la medida en que sea necesario un control.

En el contexto del flujo de aceite, especialmente en condiciones "normales" o de mantenimiento, cabe señalar que un/el nivel de aceite no debe (nunca) superar la mitad del diámetro de los tubos, por lo tanto, el vacío puede fluir/extendirse en el lado superior de lo(s) tubo(s) y los depósitos (véase también la posición relativa respectiva de las bridas de entrada/salida en los depósitos 7, 9 en las figuras 8).

La figura 8A ilustra una condición de flujo de aceite normal o un modo de funcionamiento estándar (línea discontinua); el flujo de aceite pasa por la caja de engranajes 4, el depósito de aceite 7, la bomba de aceite 8, el depósito de aceite

intermedio 9 y recircula al depósito principal 1.

La figura 8B ilustra un modo de funcionamiento de vacío (la línea de puntos muestra la sección a la que se proporciona vacío parcial); el vacío parcial se genera mediante la bomba de vacío 5 y se extiende hasta el volumen de la caja de engranajes encerrada por el alojamiento de caja de engranajes 11.1.

La figura 8C ilustra una condición de flujo de aceite en el contexto de un procedimiento de mantenimiento (línea de cadena): el flujo de aceite pasa mediante la línea de derivación 9e y elude/deriva la disposición completa o el conjunto de tubos proporcionado por el depósito de aceite 7, el depósito de aceite intermedio 9, la bomba de vacío 5.

Haciendo referencia a la figura 8, cabe señalar que se proporciona un vacío parcial dentro de la sección que comienza desde los sellados de extremo de eje 11.3 a través del depósito de aceite 7 hasta el punto de la bomba de vacío 5 (ilustrada únicamente en la figura 8B, mediante las líneas de puntos). El flujo de aceite en condiciones de mantenimiento se deriva mediante la línea 9e. En su interior, el flujo de aceite en condiciones normales se ilustra mediante la línea discontinua y el flujo de aceite en condiciones de mantenimiento se ilustra mediante la línea de cadena.

Las figuras 9A, 9B, 9C describen una disposición de caja de engranajes 10 de acuerdo con realizaciones adicionales, haciendo referencia a componentes principales de la disposición de sifón 20.

En particular, el depósito de aceite de vacío 12 se conecta a un/el alojamiento de caja de engranajes interior 11.1a separando el área de cojinete (y el flujo de aceite respectivo) del área de dentado (y el flujo de aceite de dientes respectivo), permitiendo también de este modo aislar los cojinetes del vacío y reagrupar un/el flujo de aceite de cojinetes y utilizar el flujo de aceite de la bomba de aceite principal antes de la realimentación al depósito de aceite de lubricante principal 1. Cabe señalar que este alojamiento interior 11.1a proporciona una especie de alojamiento doble, es decir, un alojamiento que rodea específicamente el piñón y la rueda (o el engranaje/dentado), además del alojamiento 11 estándar. El volumen de depósito de aceite de vacío 12 proporciona una disposición de sifón 20, que puede dedicarse (de acuerdo con una de las implementaciones ventajosas) a tratar únicamente el flujo de aceite de dientes. Una admisión de aire con válvula automática 7c está acoplada al depósito de aceite de vacío 12. La bomba de aceite principal 13 y la bomba de vacío 14 están ambas controladas por velocidad (o son controlables en lo que respecta a nivel de potencia). Las válvulas automáticas 16a dispuestas en disposición redundante garantizan el vacío en el depósito de aceite de vacío 12 y la caja de engranajes 11 únicamente (especialmente en el área de dentado únicamente, separada del área de cojinete). Además, la válvula automática 16c controla la entrada de aceite en la caja de engranajes, especialmente dependiendo de si la caja de engranajes ejecuta en vacío o no, y/o dependiendo del nivel de rendimiento esperado. Una unidad de control 17 que incluye instrumentación está configurada para controlar al menos la bomba de vacío dependiendo de los datos de sensor reales de al menos un sensor, comprendiendo los datos de sensor al menos uno de los siguientes tipos de datos: datos de sensor de presión relacionados con un/el nivel de vacío dentro del volumen interior, datos de sensor de fugas de aire relacionados con el dispositivo de caja de engranajes. Los sensores se pueden proporcionar en el componente respectivo, por ejemplo, dentro de la caja de engranajes o en combinación con la unidad de control 17. La unidad de control 17 está configurada, además, para predecir los requisitos de mantenimiento y registrar los principales parámetros del proceso de vacío, especialmente de manera incremental.

Cabe mencionar que la redundancia de las válvulas 16a y el conjunto de tubos respectivo también permite una alta seguridad del sistema tanto en el contexto de condiciones atmosféricas como de vacío parcial. De acuerdo con la realización descrita haciendo referencia a la figura 9, las válvulas 16a están dispuestas entre el depósito de aceite de vacío 12 y el área de vacío parcial definida por el alojamiento interior 11.1a del dispositivo de caja de engranajes 11. Esta disposición es favorable especialmente también desde el punto de vista de la rentabilidad.

La figura 9A ilustra condiciones de flujo de aceite normales o un modo de funcionamiento estándar (línea discontinua); el flujo de aceite pasa mediante el alojamiento de caja de engranajes interior 11.1a, el tubo 15.1, el depósito de aceite de vacío 12, una de las válvulas automáticas 16a redundantes y los tubos 15.6, 15.7 (acoplamiento atmosférico redundante entre el depósito de aceite 12 y el dispositivo de caja de engranajes 11), el tubo de salida 1d y recircula al depósito principal 1 (por gravedad). Además, el flujo de aceite también pasa desde el depósito de aceite de lubricante principal 1 mediante el tubo 15.9 hasta el alojamiento de caja de engranajes 11.1 (no pasando a su través, sino pasando por el volumen interior 11.1a) y al tubo de salida 1d, recirculando así al depósito de aceite de lubricante principal 1 (por gravedad). Por tanto, el flujo de aceite en condiciones de presión atmosférica puede incluir dos trayectorias de flujo de aceite.

Haciendo referencia a la figura 9B, cabe señalar que se proporciona un vacío parcial dentro de la sección que comienza desde los sellados de extremo de eje 11.3 y los sellados de eje 11.4 a través del alojamiento de caja de engranajes interior 11.1a y la línea 15.1 y el depósito de aceite de vacío 12 hasta el punto/lugar de la bomba de vacío 14 (línea de puntos mostrando la sección a la que se proporciona un vacío parcial).

La figura 9C ilustra una condición de flujo de aceite (línea de cadena) en el contexto de un vacío parcial aplicado a la disposición, en donde el flujo de aceite pasa desde el depósito de aceite de lubricante principal 1 mediante el

alojamiento de caja de engranajes interior 11.1a y el tubo 15.1 y el depósito de aceite de vacío 12 hasta la bomba de aceite 13, y luego recircula (se recircula) hasta la caja de engranajes 11. Además, el flujo de aceite también pasa desde el depósito de aceite de lubricante principal 1 mediante el tubo 15.9 hasta el alojamiento de caja de engranajes 11.1 (no pasando a su través, sino pasando por el volumen interior 11.1a) y al tubo de salida 1d, recirculando así al depósito de aceite de lubricante principal 1 (por gravedad). Por tanto, también en este modo de funcionamiento, el flujo de aceite puede incluir dos trayectorias de flujo de aceite.

Cabe señalar que la disposición descrita anteriormente también permite que la bomba de aceite utilice la carcasa/el alojamiento de caja de engranajes como depósito de aceite intermedio antes de redirigir/recircular el aceite de nuevo al depósito de aceite de lubricante principal (del cliente) por gravedad.

Haciendo referencia a la figura 9, el flujo de aceite en condiciones estándar/normales (o modos de funcionamiento estándar) se ilustra mediante una/la línea discontinua respectiva, y una sección provista de vacío parcial se ilustra mediante una/la línea de puntos (por separado en la figura 9B únicamente), y el flujo de aceite en el modo de vacío parcial se ilustra mediante una/la línea de cadena respectiva.

En las figuras 7, 8, 9, el símbolo "<" se refiere a salidas de aceite impulsadas por gravedad. La salida de aceite o la recirculación de aceite al depósito de aceite de lubricante principal 1 basándose en la gravedad puede ser un requisito del cliente (demanda de un operador de una/la planta) y puede realizarse de manera favorable, especialmente también en el contexto de la presente invención.

Lista de símbolos de referencia

- 1 depósito de aceite principal (aceite de lubricante)
- 1a bomba de aceite de lubricante principal
- 1b tubo(s) de entrada de aceite principal(es)
- 1c tubo de salida de aceite (máquina impulsada)
- 1d tubo de salida de aceite (caja de engranajes)
- 1e tubo de salida de aceite (máquina motriz)
- 1f extractor de ventilador de vapor de aceite
- 1g filtro de vapor
- 2 máquina motriz
- 3 dispositivo eléctrico y de instrumentación
- 4 caja de engranajes
- 4a piñón
- 4b rueda
- 4c sellado en eje de alta velocidad (caja de engranajes)
- 4d sellado en eje de baja velocidad (caja de engranajes)
- 4.1 eje que une la máquina motriz a la caja de engranajes
- 4.2 eje que une la caja de engranajes a la máquina impulsada
- 5 bomba de vacío (velocidad fija)
- 6 máquina impulsada
- 7 depósito de aceite
- 7a válvula para aislamiento (mantenimiento)
- 7b junta de expansión térmica
- 7c admisión de aire con válvula automática para respirar aire
- 7d válvula automática en línea de derivación
- 7e válvula automática para proporcionar un vacío al depósito y la caja de engranajes únicamente
- 7.1 tubo de entrada del depósito de vacío de aceite principal
- 8 bomba de aceite principal
- 9 depósito de aceite intermedio
- 9a junta de expansión térmica
- 9b válvula para aislamiento (mantenimiento)
- 9c filtro de aire/aceite
- 9d tubo al sistema lubricante principal
- 9e línea de derivación
- 10 disposición de caja de engranajes
- 11 dispositivo de caja de engranajes
- 11.1 alojamiento de caja de engranajes
- 11.1a alojamiento de caja de engranajes interior
- 11.3 sellado de extremo de eje
- 11.4 sellado de eje del alojamiento de caja de engranajes interior

ES 2 985 490 T3

- 11.5 engranaje/dentado
- 11.7 motor eléctrico de un engranaje giratorio del dispositivo de caja de engranajes
- 12 depósito de aceite de vacío (depósito suplementario diferente del depósito de aceite de lubricante principal para la caja de engranajes)
- 13 bomba de aceite
- 13.1 motor de bomba de aceite, especialmente motor eléctrico de velocidad variable
- 13.3 entrada de bomba de aceite
- 13.5 salida de bomba de aceite
- 14 bomba de vacío
- 14.1 motor de bomba de vacío, especialmente motor eléctrico de velocidad variable
- 14.3 pie de bomba de vacío
- 14.5 admisión de aire para bomba de vacío
- 15 conjunto de tubos
- 15.1 primer tubo (tubo de succión que conecta el volumen interior de la caja de engranajes y el depósito de aceite)
- 15.2 segundo tubo (tubo de succión que conecta el depósito de aceite y la bomba de vacío)
- 15.3 tercer tubo (tubo de aceite que conecta el depósito de aceite y la bomba de aceite y el dispositivo de caja de engranajes)
- 15.4 cuarto tubo (tubo de succión/alimentación de aceite que conecta el dispositivo de caja de engranajes y la bomba de vacío)
- 15.5 quinto tubo (tubo de realimentación de aceite que conecta la bomba de vacío y el dispositivo de caja de engranajes)
- 15.6 sexto tubo (primer acoplamiento atmosférico entre el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes)
- 15.7 séptimo tubo (segundo acoplamiento atmosférico entre el depósito de aceite y el dispositivo de caja de engranajes)
- 15.8 octavo tubo (tubo de escape desde la bomba de vacío, por ejemplo, unido al sexto o séptimo tubo)
- 15.9 noveno tubo (que conecta el depósito de aceite de lubricante principal y el alojamiento de caja de engranajes)
- 16 válvula automática
- 16a válvula automática dispuesta en primera/segunda línea de acoplamiento atmosférico
- 16b válvula automática que une respectivamente una parte superior del depósito de aceite y una parte superior del dispositivo de caja de engranajes a la atmósfera (ventilación)
- 16c válvula automática que regula la cantidad de aceite suministrada para enfriar el engranaje/dentado
- 17 unidad de control
- 18 unidad de sensor
- 18a sensor de presión (sensor de vacío)
- 18b sensor de aceleración (especialmente acelerómetro que comprueba los parámetros de vibración)
- 18c sensor/indicador de nivel de aceite (especialmente en referencia al nivel de aceite en el depósito de aceite de vacío)
- 18d sensor de fugas de aire
- 18e indicador de nivel del sistema de enfriamiento de vacío
- 18f sensor/indicador de nivel de aceite (especialmente en referencia al nivel de aceite en el depósito de aceite de vacío)
- 18g indicador de nivel de aceite correlacionado con una función de alarma
- 19 instalación de lubricación
- 19d brida de salida de aceite del dispositivo de caja de engranajes (conexión a la instalación de lubricación)
- 20 disposición de sifón que incluye bomba, depósito, conjunto de tubos, válvulas
- 21 bastidor para disposición de sifón
- 23 punto de elevación (punto de aplicación de fuerza)
- 30 sistema de alta presión de aceite
- 31 válvula que acciona una línea de alta presión
- 33 bomba de aceite adicional (bomba de aceite de alta presión)
- 36 válvula de retención
- 40 dispositivo de unión eléctrica intermedio
- 50 conmutador (sonda de presión) que mide el nivel de presión en la parte superior del depósito
- C11 volumen interior (cavidad o área de vacío parcial)
- C11.1 volumen encerrado por el alojamiento de caja de engranajes
- S1 etapa de proporcionar un vacío parcial (por ejemplo, 500 mbar absolutos) al volumen interior del dispositivo de caja de engranajes
- S1.1 etapa de enfriar y/o lubricar la bomba de vacío mediante el sistema de entrada de aceite de caja de engranajes

ES 2 985 490 T3

- S2 etapa de controlar al menos la bomba de vacío y la bomba de aceite
- S2.1 etapa de proporcionar aceite al dispositivo de caja de engranajes y opcionalmente también a un conjunto de tubos lubricantes
- S2.2 etapa de controlar la alimentación de aceite desde el depósito de aceite principal para enfriar/lubricar el engranaje
- S3 etapa de seleccionar/conmutar el depósito de aceite de vacío a una disposición de sifón
- S4 etapa de configuración de potencia autoajustable de la bomba de vacío y/o bomba de aceite
- S5 etapa de controlar al menos unos parámetros
- S6 etapa de accionar al menos una válvula (ventilación) en la caja de engranajes y/o el depósito de aceite

REIVINDICACIONES

1. Disposición de caja de engranajes (10) que presenta al menos un dispositivo de caja de engranajes (11), en donde la disposición de caja de engranajes (10) está configurada para proporcionar un vacío parcial dentro del dispositivo de caja de engranajes (11), comprendiendo la disposición de caja de engranajes (10) una bomba de vacío (14) que se comunica con un volumen interior (C11) del dispositivo de caja de engranajes (11), un depósito de aceite de vacío (12), una bomba de aceite (13) acoplada al depósito de aceite de vacío (12), una pluralidad de válvulas (16), un conjunto de tubos que conecta el depósito de aceite de vacío (12) y el dispositivo de caja de engranajes (11) y la bomba de vacío (14); en donde el depósito de aceite de vacío (12) y al menos una de las válvulas proporcionan una disposición de sifón (20) seleccionable/conmutable de modo que se garantice un nivel de vacío predefinible dentro del volumen interior (C11) por medio de la bomba de vacío (14) y mediante el depósito de aceite de vacío (12), en donde la disposición de caja de engranajes (10) comprende, además, una unidad de sensor (18) que comprende al menos un sensor (18a, 18b, 18c, 18d, 18e, 18f, 18g), caracterizada por que la disposición de caja de engranajes (10) comprende, además, una unidad de control (17) configurada para controlar al menos la bomba de vacío (14) y la bomba de aceite (13), respectivamente, dependiendo de los datos de sensor reales del al menos un sensor, en donde el nivel de vacío predefinible se controla/es controlable al controlar la bomba de vacío (14) dependiendo de los datos de sensor reales del al menos un sensor, comprendiendo los datos de sensor al menos uno de los siguientes tipos de datos: datos de sensor de presión relacionados con un/el nivel de vacío dentro del volumen interior (C11), datos de sensor de fugas de aire relacionados con el dispositivo de caja de engranajes (11).
2. Disposición de caja de engranajes (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la bomba de vacío (14) se comunica con el volumen interior (C11) del dispositivo de caja de engranajes (11) mediante el depósito de aceite de vacío (12), especialmente por medio de un tubo de succión que acopla directamente la bomba de vacío (14) y el depósito de aceite de vacío, preferentemente sin ningún filtro o proceso de filtrado intermedio;
- y/o en donde la pluralidad de válvulas comprende al menos una válvula automática (16; 16a, 16b) configurada para unir el depósito de aceite de vacío de nuevo al dispositivo de caja de engranajes (11) en un estado abierto y para garantizar dicha función de sifón en un estado cerrado, preferentemente al menos dos válvulas automáticas (16a, 16b) en disposición redundante configuradas respectivamente para garantizar dicha función de sifón respectivamente en el estado cerrado; y/o en donde la disposición de sifón seleccionable/conmutable (20) es seleccionable/conmutable por medio de al menos una válvula automática (16) dispuesta en al menos un tubo de acoplamiento atmosférico del conjunto de tubos que conecta el depósito de aceite de vacío y el dispositivo de caja de engranajes (11);
- y/o en donde la disposición de caja de engranajes (10) presenta el volumen interior (C11) definido por un/el alojamiento de caja de engranajes interior (11.1a), en donde unos sellados de eje impiden que entre aire en el volumen interior (C11), en donde la bomba de vacío (14) se comunica con dicho volumen interior (C11) mediante el depósito de aceite de vacío (12) de acuerdo con al menos un modo de funcionamiento.
3. Disposición de caja de engranajes (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición de caja de engranajes (10) está configurada para autoajustar una/la configuración de potencia de la bomba de vacío (14) dependiendo de los datos de sensor reales del al menos un sensor de modo que el nivel de vacío predefinido se garantice tanto dentro del volumen interior (C11) como dentro del depósito de aceite de vacío (12), especialmente dependiendo tanto de los datos de presión reales como de los datos de fugas de aire;
- y/o en donde la disposición de caja de engranajes (10) está configurada para garantizar una presión dentro del volumen interior (C11) que se reduce al menos un 50 % en comparación con la presión atmosférica ambiental;
- y/o en donde el dispositivo de caja de engranajes (11) comprende al menos un sellado de eje que impide que entre aire en un/el alojamiento de caja de engranajes interior, en donde la disposición de caja de engranajes (10) está configurada para controlar la configuración de potencia de la bomba de vacío (14) dependiendo de los datos de sensor reales relacionados con una cantidad real de flujo de aire que entra en el dispositivo de caja de engranajes (11), especialmente mediante dicho al menos un sellado de eje.
4. Disposición de caja de engranajes (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición de caja de engranajes (10) comprende, además, un sistema de alta presión de aceite configurado para accionar al menos algunas de las válvulas, especialmente al menos una válvula automática (16) correlacionada con al menos un tubo de acoplamiento atmosférico del conjunto de tubos que conecta el depósito de aceite de vacío y el dispositivo de caja de engranajes (11), en donde el sistema de alta presión de aceite incluye una bomba de aceite adicional (33) y preferentemente comprende una pluralidad de válvulas de retención configuradas para impedir la apertura de válvulas.
5. Disposición de caja de engranajes (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la bomba de aceite (13) está conectada y configurada para proporcionar aceite desde el depósito de aceite de vacío (12) hasta un sistema lubricante de la disposición de caja de engranajes; en donde la disposición de caja de engranajes (10) está configurada para autoajustar una/la configuración de potencia de la bomba de aceite (13) dependiendo de los datos de sensor de aceite reales, especialmente dependiendo de un nivel real de aceite dentro del depósito de aceite de vacío (12); y/o en donde la bomba de aceite (13) es independiente de un/el depósito de aceite de lubricante

principal del dispositivo de caja de engranajes (11); y/o en donde la bomba de aceite (13) está dispuesta y configurada para proporcionar aceite mediante el dispositivo de caja de engranajes (11) a un tubo de salida de aceite para el flujo de aceite impulsado por gravedad desde el dispositivo de caja de engranajes (11) de nuevo a un/al depósito de aceite de lubricante principal.

5 6. Disposición de caja de engranajes (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el conjunto de tubos que conecta el depósito de aceite de vacío y el dispositivo de caja de engranajes (11) comprende al menos los siguientes tubos:

10 tubo de succión que conecta el volumen interior (C11) de la caja de engranajes y el depósito de aceite de vacío, tubo de aceite que conecta el depósito de aceite de vacío (12) y la bomba de aceite (13) y el dispositivo de caja de engranajes (11), al menos un tubo de acoplamiento atmosférico que conecta directamente el depósito de aceite de vacío y el dispositivo de caja de engranajes (11);

15 y/o en donde la pluralidad de válvulas comprende al menos las siguientes válvulas automáticas: al menos una válvula automática dispuesta en un tubo de acoplamiento atmosférico que conecta directamente el depósito de aceite de vacío y el dispositivo de caja de engranajes (11), uniendo al menos una válvula automática respectivamente una parte superior del depósito de aceite de vacío y una parte superior del dispositivo de caja de engranajes (11) a la atmósfera;

20 y/o en donde la pluralidad de válvulas al menos también comprende al menos una válvula automática que ajusta la cantidad de aceite suministrada para enfriar el engranaje/dentado de la caja de engranajes;

y/o en donde la pluralidad de válvulas comprende al menos una válvula automática dispuesta en un/el tubo de acoplamiento atmosférico que conecta el depósito de aceite de vacío y el dispositivo de caja de engranajes (11), y una válvula automática dispuesta en un/el tubo que une el depósito de aceite de vacío a la atmósfera.

25 7. Disposición de caja de engranajes (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la bomba de vacío (14) se enfría y/o lubrica mediante una/la circulación de aceite de la disposición de caja de engranajes, especialmente mediante una/la circulación de aceite del dispositivo de caja de engranajes (11), especialmente mediante un tubo de succión/alimentación de aceite separado y un tubo de realimentación de aceite separado; y/o en donde un tubo de escape de la bomba de vacío (14) está unido a la caja de engranajes, al menos indirectamente
30 mediante un/el tubo de acoplamiento atmosférico.

8. Disposición de caja de engranajes (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición de caja de engranajes (10) está configurada para proporcionar aceite desde el depósito de aceite de vacío (12) también para enfriar un/el engranaje/dentado del dispositivo de caja de engranajes (11) y/o para lubricar al menos
35 el dispositivo de caja de engranajes (11) y/o para lubricar otros componentes de la caja de engranajes, especialmente por medio de un conjunto de tubos adicional hasta el sistema de lubricación; y/o en donde la disposición de caja de engranajes (10) está configurada para la implementación tanto integrada como autónoma de los componentes de vacío y bombeo de aceite.

40 9. Disposición de caja de engranajes (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos los componentes de vacío y, opcionalmente, también los componentes de bombeo de aceite están integrados en el dispositivo de caja de engranajes (11); o en donde al menos los componentes de vacío se proporcionan en una configuración autónoma que proporciona una derivación que permite un mantenimiento, especialmente de la bomba de aceite (13), independientemente de un estado de funcionamiento del dispositivo de caja de engranajes (11); y/o en donde la unidad de sensor comprende al menos un acelerómetro y está configurada para medir al menos un parámetro de vibración, especialmente de piezas mecánicas de al menos la bomba de vacío (14); y/o en donde la unidad de control está configurada para autocontrolar un proceso de (re)inicio de la disposición de caja de engranajes (10), especialmente en el contexto del mantenimiento o la detención de al menos uno de los componentes de la disposición de caja de engranajes, en donde la disposición de caja de engranajes (10) comprende preferentemente una unidad de almacenamiento de energía configurada para proporcionar energía a la disposición de caja de engranajes (10), por ejemplo, en caso de apagón.
50

10. Disposición de caja de engranajes (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición de caja de engranajes (10) está configurada para controlar al menos los dos tipos siguientes de flujo de aceite al dispositivo de caja de engranajes (11): flujo de aceite al dentado, flujo de aceite a al menos un cojinete del dispositivo de caja de engranajes (11).
55

11. Método para proporcionar y mantener un vacío parcial dentro de al menos un dispositivo de caja de engranajes (11) en una disposición de caja de engranajes, en donde una bomba de vacío (14) se comunica con un volumen interior (C11) del dispositivo de caja de engranajes (11) mediante un depósito de aceite de vacío (12), en donde una bomba de aceite (13) acoplada al depósito de aceite de vacío (12) proporciona el acoplamiento del flujo de aceite al dispositivo de caja de engranajes (11) y, opcionalmente, también a un conjunto de tubos lubricantes, en donde el depósito de aceite de vacío (12) y al menos una válvula automática (16) proporcionan una disposición de sifón (20) seleccionable/conmutable de modo que se garantice un nivel de vacío predefinible dentro del volumen interior (C11) por medio de la bomba de vacío (14) y mediante el depósito de aceite de vacío (12), **caracterizado por que**
60 una unidad de control controla al menos la bomba de vacío (14) y la bomba de aceite (13), respectivamente,
65

- dependiendo de los datos de sensor reales de una unidad de sensor que comprende al menos un sensor (18a-18g) relacionado con la presión o las fugas de aire y al menos un sensor relacionado con la temperatura o el nivel de aceite, respectivamente, en donde el nivel de vacío predefinible se controla al controlar la bomba de vacío (14) dependiendo de los datos de sensor reales del al menos un sensor, comprendiendo los datos de sensor al menos uno de los siguientes tipos de datos: datos de sensor de presión relacionados con un/el nivel de vacío dentro del volumen interior (C11), datos de sensor de fugas de aire relacionados con el dispositivo de caja de engranajes (11).
- 5
12. Método de acuerdo con la reivindicación de método anterior, en donde al menos una válvula automática (16) se acciona para unir el depósito de aceite de vacío de nuevo al dispositivo de caja de engranajes (11) en un estado abierto y para garantizar dicha función de sifón en un estado cerrado, seleccionando/cambiando así la disposición de sifón (20);
- 10
- y/o en donde se supervisa un parámetro de accionamiento de la al menos una válvula automática (16), especialmente el tiempo de apertura/cierre requerido para accionar la válvula;
- 15
- y/o en donde una/la configuración de potencia de la bomba de vacío (14) se autoajusta dependiendo de los datos de sensor reales del al menos un sensor de modo que el nivel de vacío predefinido se garantice tanto dentro del volumen interior (C11) como dentro del depósito de aceite de vacío (12), especialmente dependiendo tanto de los datos de presión reales como de los datos de fugas de aire;
- 20
- y/o en donde la presión dentro del volumen interior (C11) se reduce al menos un 50 % en comparación con la presión atmosférica ambiental.
13. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de método anteriores, en donde se controla al menos uno de los siguientes parámetros: nivel de aceite en el depósito de aceite de vacío (12), nivel de vacío dentro del volumen interior (C11) del dispositivo de caja de engranajes (11) y dentro de una parte superior del depósito de aceite de vacío (12), configuración de velocidad/potencia de la bomba de vacío (14), configuración de velocidad/potencia de la bomba de aceite (13), posición de válvula de las válvulas automáticas (16) que controlan la manera de acoplamiento del flujo de aceite desde el depósito de aceite de vacío (12) mediante el dispositivo de caja de engranajes (11) hasta un/el depósito de aceite de lubricante principal, temperaturas de la bomba de vacío (14), temperatura de los motores eléctricos de la bomba de aceite (13) y la bomba de vacío (14), posición de la(s) válvula(s) automática(s) (16) que controla(n) el flujo de aceite que enfría el engranaje/dentado.
- 25
- 30
14. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de método anteriores, en donde al menos un parámetro de vibración, especialmente de piezas mecánicas de al menos la bomba de vacío (14) de la disposición de caja de engranajes (10), se mide mediante al menos un acelerómetro, especialmente en el contexto del mantenimiento predictivo.
- 35
15. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de método anteriores, en donde se controla al menos un flujo de aceite al dentado del dispositivo de caja de engranajes (11) dependiendo del nivel de vacío real y, opcionalmente, también se controla al menos otro tipo de flujo de aceite, especialmente un flujo de aceite a al menos un cojinete del dispositivo de caja de engranajes (11); y/o en donde el control de al menos la bomba de vacío (14) se lleva a cabo mediante un método implementado por ordenador.
- 40

FIG 1A

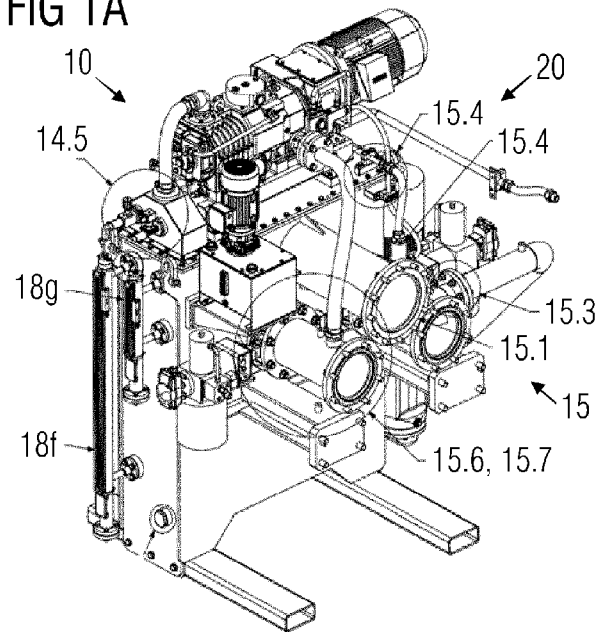


FIG 1B

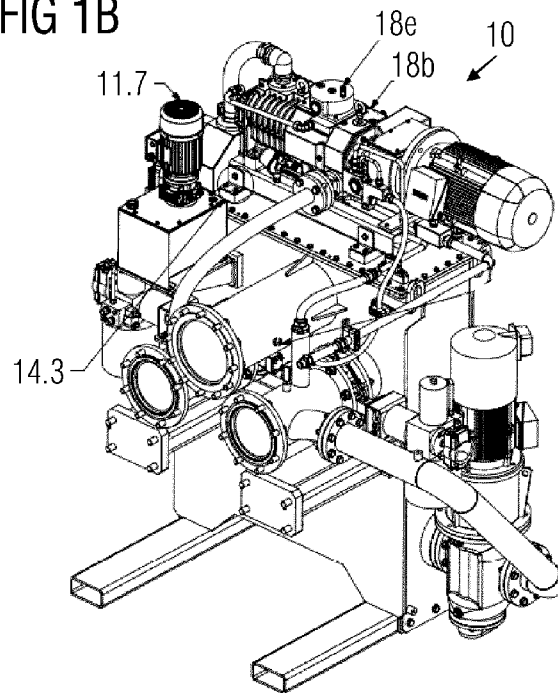


FIG 1C

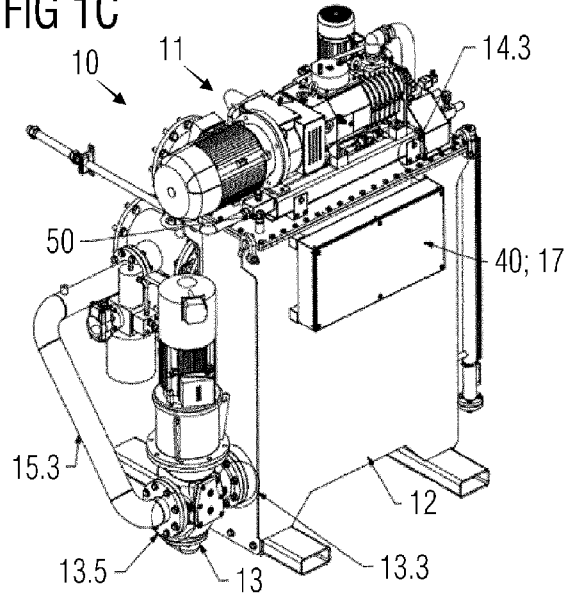
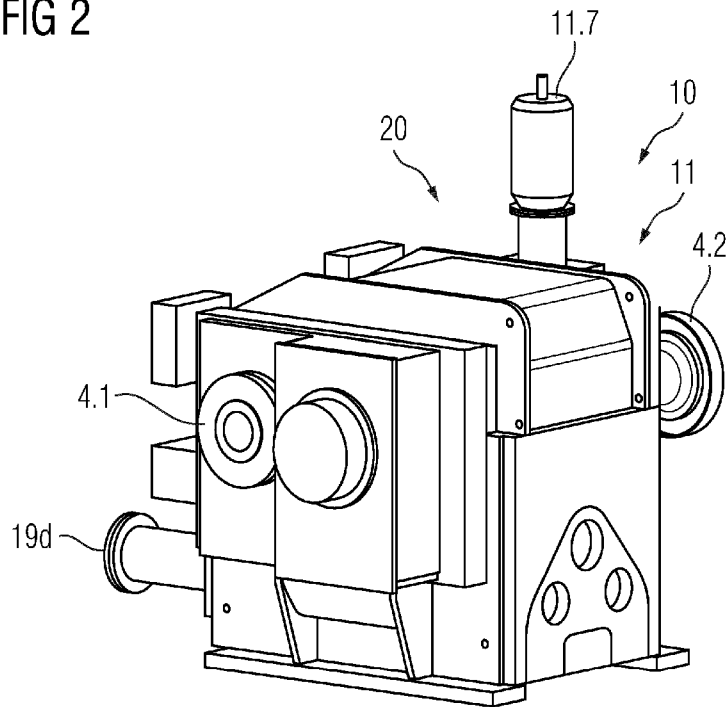


FIG 2



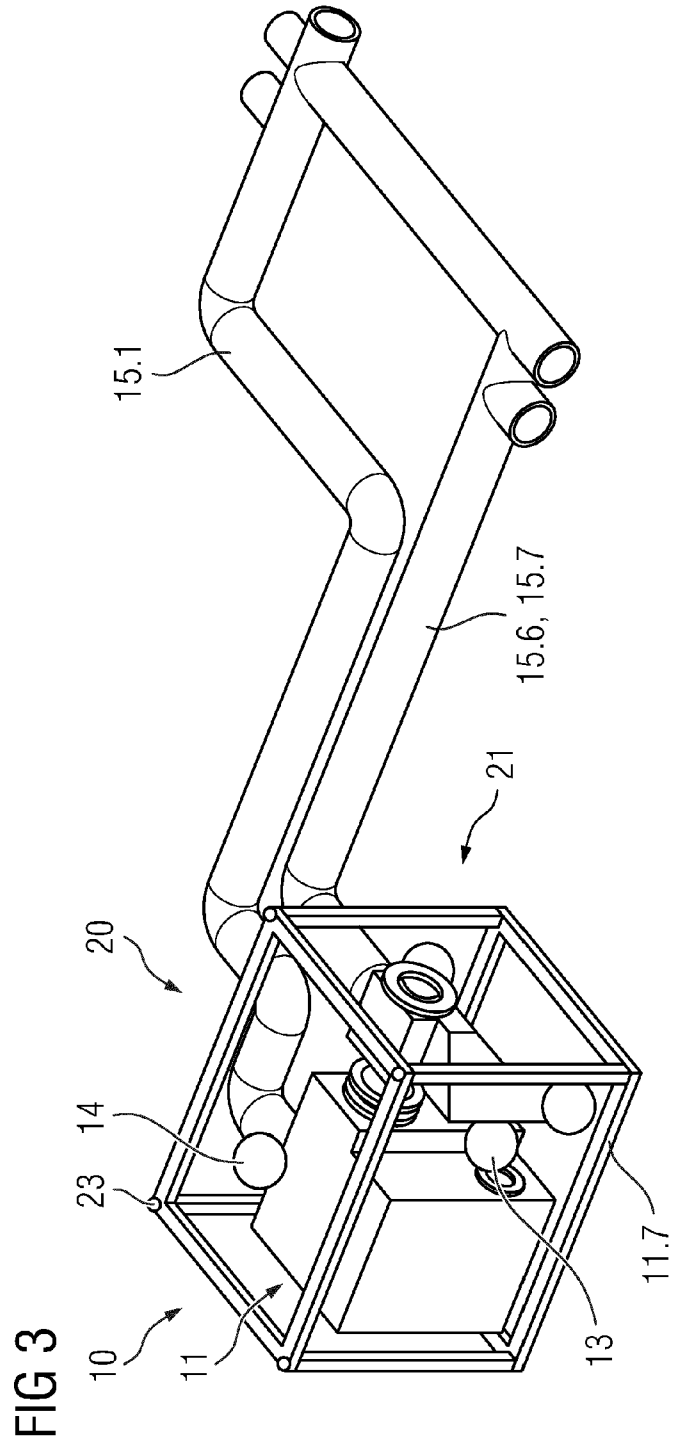


FIG 4A

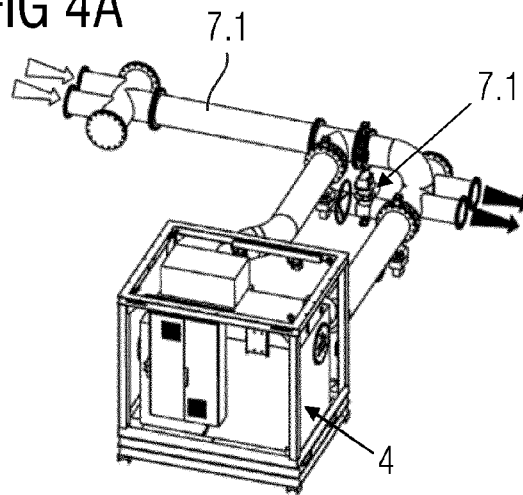


FIG 4B

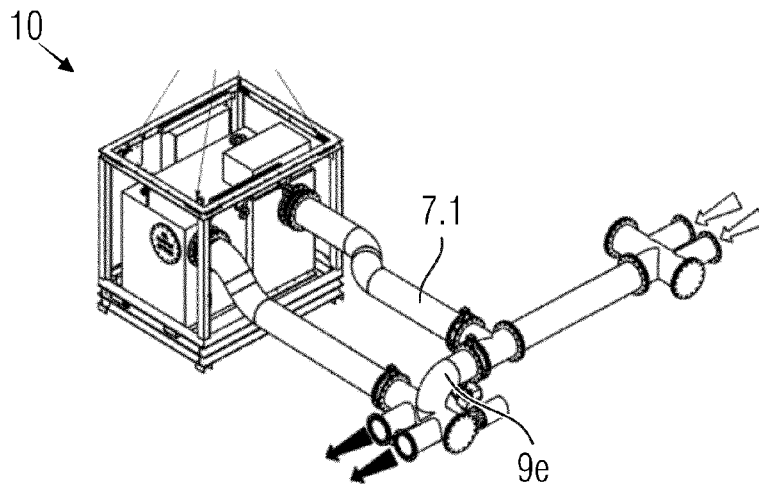


FIG 5

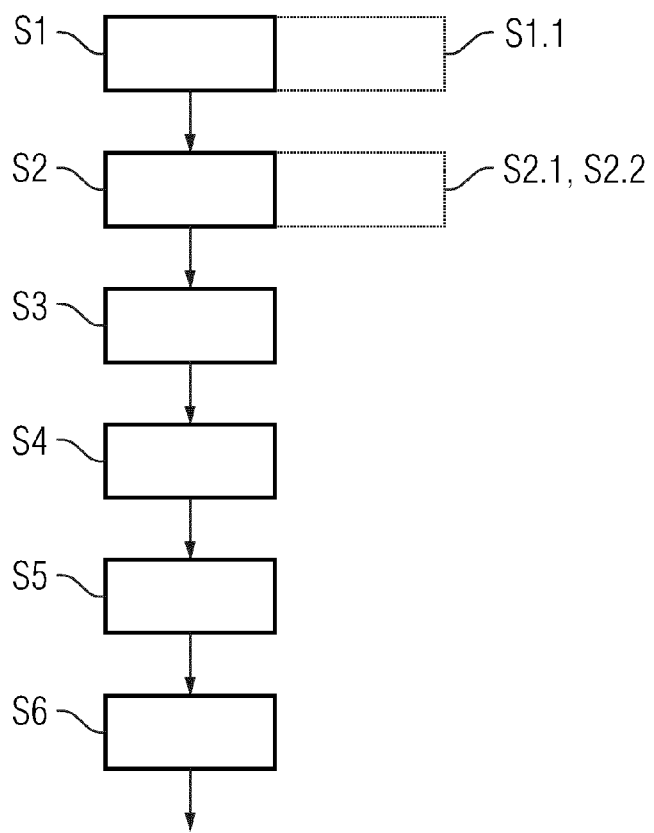


FIG 6

