

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 633**

51 Int. Cl.:

F04B 1/14 (2006.01)

F04B 53/14 (2006.01)

F04B 9/04 (2006.01)

F04B 53/00 (2006.01)

F16C 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.01.2016** **PCT/EP2016/050566**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2016** **WO16116334**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2016** **E 16700572 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019** **EP 3175112**

54 Título: **Bomba de proceso con un mecanismo de biela-manivela**

30 Prioridad:

22.01.2015 DE 102015201071

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
23.03.2020

73 Titular/es:

SPX FLOW TECHNOLOGY GERMANY GMBH
(100.0%)
Werkstrasse 4
22844 Norderstedt, DE

72 Inventor/es:

ROSENKRANZ, GEORG;
RIEL, THOMAS y
HUHNKE, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 749 633 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

Bomba de proceso con un mecanismo de biela-manivela

5 La presente invención se refiere a una bomba de proceso con un mecanismo de biela-manivela. En particular, la invención se refiere a una bomba de proceso con varios cilindros, que presentan respectivamente una cruceta como elemento de unión con una biela, teniendo las crucetas a través de las bielas una unión funcional con un cigüeñal.

10 Las bombas de proceso de este tipo con varios cilindros se usan por regla general para la elevación de grandes caudales y/o a altas presiones. Un problema de las bombas de proceso de este tipo es que requieren un espacio relativamente grande, puesto que los cabezales de bomba necesitan una cierta distancia entre sí desde el punto de vista constructivo, en particular cuando se usan cabezales de bomba de membrana. Por bomba de proceso se entiende una bomba volumétrica oscilante con una longitud de carrera fija.

15 En las bombas de proceso conocidas con mecanismos de biela-manivela, los cilindros están dispuestos en serie unos paralelos a los otros y están alojados a lo largo del cigüeñal. En este caso, una gran distancia entre cilindros en la zona de conexión significa para los cabezales de bomba también una gran distancia de alojamiento en el cigüeñal. En el caso de varios cilindros y cabezales de bomba grandes, en particular en el caso de cabezales de bomba de membrana, el cigüeñal debe estar configurado de forma correspondientemente larga. Esto requiere a su vez propiedades especiales del cigüeñal, en particular respecto a la estabilidad y la rigidez a la flexión. Por ello y por la gran necesidad de espacio surgen altos costes en la producción y el almacenamiento.

20 Para resolver este problema, en el documento EP 1 736 666 B1 se propone que los cilindros estén colocados en una disposición a modo de abanico unos respecto a los otros, de modo que la diferencia de altura entre los cilindros sea muy reducida o que no haya ninguna diferencia de altura. En particular, el documento EP 1 736 666 B1 propone distribuir tres cilindros a lo largo de un cuarto de círculo alrededor del cigüeñal, teniendo los cilindros una diferencia de altura de aproximadamente el grosor de una biela. Como alternativa, en el documento EP 1 736 666 B1 se propone que se usen bielas acodadas, de modo que todos los cilindros quedan dispuestos en un plano perpendicular respecto al cigüeñal. Gracias a esta disposición de los cilindros, puede reducirse drásticamente la necesidad de espacio para una bomba con un mecanismo de biela-manivela de este tipo, pudiendo reducirse al mismo tiempo también los costes de fabricación.

25 Las bombas de proceso de este tipo generan de forma inherente grandes aceleraciones de masas en el medio de bombeo de modo que, por razones relacionadas con el proceso, se pretende conseguir una característica de elevación uniforme. En el caso de bombas de varios cilindros, esto es el caudal total resultante, es decir, el caudal total que resulta de los caudales de los diferentes cilindros. Un caudal total en gran medida homogéneo tiene un efecto favorable en la curva del par del accionamiento de la bomba, así como en particular en las fluctuaciones de la presión y del caudal en los componentes montados a continuación, es decir, por ejemplo, en las tuberías. Por lo tanto, gracias a esta solución, los costes para un accionamiento adecuado de la bomba pueden mantenerse en unos límites razonables. Al mismo tiempo, también puede conseguirse una reducción de costes mediante ahorros en las medidas para la optimización de las tuberías, puesto que pueden usarse amortiguadores de vibraciones o resonadores más pequeños o incluso puede renunciarse del todo a ellos.

35 La solución propuesta en el documento EP 1 736 666 B1 ya es muy adecuada para el uso en llamadas unidades FPSO (Floating Production Storage & Offloading), es decir, por ejemplo en buques de perforación petrolífera, que realizan al mismo tiempo un procesamiento y un almacenamiento intermedio del petróleo elevado. No obstante, de las bombas usadas para ello se requiere cada vez más capacidad de elevación por unidad de superficie. En particular en el caso de bombas muy grandes, las masas no equilibradas de las piezas móviles pueden ser especialmente desfavorables, puesto que las excitaciones dinámicas resultantes de ello pueden ser problemáticas, en particular en el caso de buques. Como ejemplo se indica aquí la probabilidad de una rotura por fatiga que es mayor por las vibraciones.

40 El documento WO 2013/116820 A1 muestra un compresor para comprimir o expandir gases con cuatro cilindros, que están conectados respectivamente mediante un vástago de biela con el árbol de levas.

45 En el documento EP 1 736 666 A1 se muestra una bomba de engranajes con varios cilindros, que permite con ayuda de una adaptación especial de los ángulos entre los ejes de cilindro y un acodado de cigüeñal elegido adecuadamente un desplazamiento de fase homogéneo de la oscilación de los cilindros.

50 Por lo tanto, la presente invención tiene el objetivo de indicar una bomba de proceso con un mecanismo de biela-manivela, en el que pueda conseguirse una gran uniformidad del caudal total resultante, evitándose no obstante al mismo tiempo en gran medida masas no equilibradas.

55 El objetivo se consigue con una bomba de proceso de acuerdo con la reivindicación 1. En las reivindicaciones subordinadas se describen variantes ventajosas.

La bomba de proceso de acuerdo con la invención tiene un mecanismo de biela-manivela y al menos tres cilindros. Vistos alrededor del mecanismo de biela-manivela, los cilindros representan un primer cilindro, un segundo cilindro y un tercer cilindro. El mecanismo de biela-manivela presenta un cigüeñal y para cada cilindro respectivamente una cruceta y una biela con respectivamente un ojo de biela grande para el alojamiento del cigüeñal. Las crucetas tienen a través de las de las bielas una unión funcional con el cigüeñal.

En comparación con el estado de la técnica indicado al principio, la bomba de proceso de acuerdo con la invención está caracterizada por que el cigüeñal está realizado como árbol de excéntrica con una primera excéntrica y una segunda excéntrica, estando dispuesta la biela del primer cilindro y la biela del tercer cilindro en la primera excéntrica y estando dispuesta la biela del segundo cilindro en la segunda excéntrica, de modo que el ojo de biela grande de la biela del primer cilindro y el ojo de biela grande de la biela del tercer cilindro presentan un eje central común. Dicho de otro modo, el ojo de biela grande de la biela del segundo cilindro está alojado en la segunda excéntrica y los ojos de biela grandes de las bielas del primer cilindro y del tercer cilindro están alojados en la primera excéntrica, de modo que los ojos de biela grandes de las bielas del primer cilindro y del tercer cilindro pueden girar alrededor de un eje central común.

Esta disposición tiene la ventaja de que también en el caso de bombas de proceso grandes y capacidades de elevación correspondientemente elevadas o presiones correspondientemente elevadas se consigue un caudal uniforme y se reducen claramente las vibraciones que se producen por las masas no equilibradas de las piezas móviles en comparación con las soluciones conocidas por el estado de la técnica. Por lo tanto, una bomba de proceso de acuerdo con la invención requiere solo masas de compensación relativamente reducidas, si es que las necesita, para eliminar o minimizar las vibraciones que se producen. Por consiguiente, una bomba de proceso de este tipo es especialmente adecuada para el uso en unidades FPSO y tiene en cuenta los requisitos más estrictos en este campo.

Otra ventaja de la bomba de proceso de acuerdo con la invención está en que puede realizarse una normalización de las piezas usadas. Gracias a ello, con excepción de la cadena de accionamiento, sustancialmente todas las piezas del mecanismo de biela-manivela, como por ejemplo el árbol de excéntrica, las bielas y las crucetas no dependen del cabezal de bomba usado, por lo que no hay que realizar adaptaciones específicas. El mecanismo de biela-manivela puede usarse sin cambios tanto para cabezales de bomba de simple efecto como también para los de doble efecto. Por lo tanto, resulta también una clara reducción de los costes de la bomba de proceso de acuerdo con la invención, puesto que un gran número de componentes individuales es adecuado para una pluralidad de diferentes tipos de bombas.

La bomba de proceso presenta con preferencia exactamente tres cilindros. Gracias a ello puede conseguirse una estructura especialmente sencilla reduciéndose al mismo tiempo las masas no equilibradas.

Recomendablemente, la bomba de proceso tiene la secuencia de mando de primer cilindro – tercer cilindro – segundo cilindro. En este contexto también es ventajoso que los ejes de los cilindros respectivamente adyacentes presenten una desalineación angular de 60° . Por lo tanto, en el caso de tres cilindros resulta una disposición a lo largo de 120° , es decir, el ángulo máximo entre los ejes de los dos cilindros dispuestos a mayor distancia entre sí es de 120° . Por eje de un cilindro se entiende aquí el eje central de un cilindro, que se extiende sustancialmente en la dirección perpendicular del eje de giro del cigüeñal o del árbol de excéntrica. En particular, cuando las dos excéntricas del árbol de excéntrica están desplazadas 180° una respecto a la otra, esta disposición tiene la ventaja de que resulta un desplazamiento de fase ideal de 120° de los diferentes caudales de cada cilindro, de modo que se obtiene un caudal total resultante de ello lo más homogéneo posible. El ángulo entre los ejes o la desalineación angular han de entenderse aquí de tal modo que para su determinación los ejes se proyectan en un plano común, dispuesto perpendicularmente respecto al eje de giro del árbol de excéntrica, de modo que no se tienen en cuenta eventuales diferencias de altura a lo largo del árbol de excéntrica.

Aquí es recomendable que la desalineación angular entre el eje del primer cilindro y el eje del tercer cilindro sea de 120° . Por lo tanto, con la secuencia de mando de primer cilindro – tercer cilindro – segundo cilindro, el cilindro central puede estar dispuesto en la posición más baja, por lo que puede realizarse además de las ventajas anteriormente indicadas un mecanismo de biela-manivela especialmente compacto que ocupa un espacio especialmente pequeño, y por lo tanto una bomba de proceso correspondiente.

De forma ventajosa, al menos una de las dos excéntricas, preferentemente las dos, están realizadas como discos excéntricos. Los discos excéntricos tienen la ventaja de permitir una buena distribución de las fuerzas en el interior del cigüeñal o del árbol de excéntrica durante el funcionamiento, de modo que no puede producirse una rotura por fatiga o algo similar.

También es ventajoso que la primera excéntrica y la segunda excéntrica estén dispuestas con una desalineación angular de 180° en el árbol de excéntrica. Esta forma de disposición reduce la masa no equilibrada en el mecanismo de biela-manivela durante el funcionamiento, permite un desplazamiento de fase uniforme de los caudales parciales que se forman de los diferentes cilindros y permite además una forma de construcción aún más compacta.

Recomendablemente, las bielas presentan respectivamente un vástago de biela y un ojo de biela pequeño para la unión funcional con las crucetas, estando realizados en una pieza el ojo de biela grande, el vástago de biela y el ojo de biela pequeño de las bielas correspondientes. Esto tiene la ventaja de poderse fabricar las bielas por un precio más económico, puesto que solo están formadas por una pieza. Además, resulta así también la ventaja del montaje más sencillo, puesto que las bielas solo deben colocarse por deslizamiento en la superficie de alojamiento prevista para ellas en el árbol de excéntrica. Además, las bielas realizadas en una pieza son ventajosas en el funcionamiento de cabezales de bomba de doble efecto, puesto que a diferencia de las bielas divididas no se cargan tornillos de unión, que podrían estar expuestos a una rotura por fatiga. Por supuesto, aquí es concebible el uso adicional de medios de alojamiento correspondientes, es decir, por ejemplo rodamientos, como rodamientos de bolas o rodamientos de rodillos o también cojinetes de deslizamiento para el alojamiento óptimo de las bielas. Además, la distancia axial entre las bielas puede ajustarse mediante discos deslizantes correspondientes.

En una variante, el árbol de excéntrica está realizado en una pieza. Un árbol de excéntrica realizado en una pieza tiene la ventaja de resultar una mejor distribución de las fuerzas en el árbol de excéntrica, puesto que no es necesaria una unión con ajuste positivo de dos partes del árbol para el árbol de excéntrica. Además, el mecanismo de biela-manivela puede montarse o desmontarse para fines de mantenimiento de forma más sencilla y rápida. Finalmente, así también es más económica la fabricación del mecanismo de biela-manivela o de la bomba de proceso.

En una variante una masa de compensación está dispuesta en el árbol de excéntrica. Esta masa de compensación contribuye a reducir aún más o a eliminar las masas no equilibradas durante el funcionamiento, y por lo tanto las vibraciones que se producen. Además, así también puede reducirse el desgaste de los rodamientos del árbol de excéntrica. Unos ensayos han mostrado aquí que una masa de compensación puede reducir hasta en un 50 % las fuerzas por masas no equilibradas que se producen en el funcionamiento en la dirección X y en la dirección Y, es decir, en las direcciones que se extienden perpendicularmente respecto al eje de giro del árbol de excéntrica. Es concebible que la masa de compensación pueda fijarse mediante un dentado o similares en la posición radial respecto al árbol de excéntrica. Para la fijación de la masa de compensación en la dirección axial pueden usarse medios de apriete o fijación adecuados. En particular, es ventajoso que la masa de compensación esté dispuesta delante del primer cilindro en un extremo del árbol de excéntrica visto en la dirección axial del árbol de excéntrica, de modo que pueden realizarse de forma rápida y sencilla eventuales adaptaciones en la masa de compensación, sin que haya que desmontar todo el mecanismo de biela-manivela.

Es recomendable que la bomba de proceso de acuerdo con la invención presente al menos un cabezal de bomba que, según los requisitos, puede estar realizado como cabezal de bomba de simple efecto o de doble efecto. Preferentemente, todos los cilindros están equipados con cabezales de bomba de simple efecto o de doble efecto. Los cabezales de bomba de simple efecto tienen en comparación con los cabezales de bomba de doble efecto la ventaja de que ocupan algo menos de espacio. Por consiguiente, estos cabezales de bomba son especialmente adecuados en caso de condiciones de montaje estrechas para la bomba de proceso. Los cabezales de bomba de doble efecto tienen la ventaja de permitir un caudal doble, puesto que generan un efecto de elevación en las dos direcciones de movimiento del vástago de pistón.

Preferentemente, al menos un cabezal de bomba está realizado como cabezal de bomba de membrana, aunque también es concebible que se usen cabezales de bomba de pistón. Los cabezales de bomba de pistón también pueden estar concebidos con simple efecto o doble efecto. En particular, los cabezales de bomba de membrana tienen la ventaja de que el medio de bombeo queda estanqueizado herméticamente respecto a la atmósfera, pudiendo evitarse por lo tanto un contacto del medio de bombeo con el entorno o con partes del accionamiento de la bomba. En caso de usarse cabezales de bomba de doble efecto, en particular en el caso de cabezales de bomba de membrana de doble efecto, puede conseguirse al mismo tiempo un caudal total grande.

A continuación, la invención se explicará más detalladamente con ayuda de ejemplos de realización representados en el dibujo. Muestran en una representación esquemática:

- La Figura 1 una vista en perspectiva de una bomba de proceso de acuerdo con la invención con cabezales de bomba de doble efecto;
- La Figura 2 una vista en corte de una parte de la bomba de proceso mostrada en la Figura 1;
- La Figura 3 una vista en perspectiva de un mecanismo de biela-manivela de acuerdo con la invención y de las bielas y crucetas correspondientes;
- La Figura 4 una vista en planta desde arriba del mecanismo de biela-manivela mostrado en la Figura 3;
- La Figura 5 una vista en corte del mecanismo de biela-manivela mostrado en la Figura 3;
- La Figura 6 una vista lateral de un árbol de excéntrica de un mecanismo de biela-manivela de acuerdo con la invención;

La Figura 7 un diagrama esquemático de una bomba de proceso de acuerdo con la invención con cabezales de bomba de doble efecto;

5 La Figura 8 un diagrama de caudal para el principio mostrado en la Figura 7;

La Figura 9 un diagrama esquemático de una bomba de proceso de acuerdo con la invención con cabezales de bomba de simple efecto; y

10 La Figura 10 un diagrama de caudal para el principio mostrado en la Figura 9.

Una bomba de proceso 100 de acuerdo con la invención está representada en la Figura 1. La bomba de proceso 100 tiene tres cilindros 2, 3, 4 que, vistos en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario de las agujas del reloj, representan un primer cilindro 2 (el cilindro dispuesto más atrás en la Figura 1), un segundo cilindro 3 (el cilindro central en la Figura 1) y un tercer cilindro 4 (el cilindro dispuesto más adelante en la Figura 1). A continuación, los componentes que se designan con "primero", "segundo", "tercero" o similares han de entenderse asignados al cilindro 2, 3, 4 correspondiente.

Además, en la Figura 1 puede verse que la bomba de proceso 100 presenta cabezales de bomba 102, 103, 104 de doble efecto, que comprenden además de los cilindros 2, 3, 4 respectivamente dos tapas de la bomba 106, en las que están montadas las tuberías que desembocan en la tubería de aspiración o presión. La bomba de proceso 100 presenta además un accionamiento 101 (por ejemplo, un motor eléctrico 101a y un engranaje reductor 101b) y una carcasa 105.

25 En la Figura 2 está representada una vista en corte de la carcasa 105 (sin el accionamiento 101). Se ve como el mecanismo de biela-manivela 1 está alojado en el interior de la carcasa 105 en el estado montado y listo para el funcionamiento de la bomba de proceso 100. A continuación, se explicará detalladamente el mecanismo de biela-manivela 1 con sus detalles.

30 En la Figura 3 a la Figura 5 está representado un mecanismo de biela-manivela 1 de acuerdo con la invención en diferentes vistas o en vista en corte. El mecanismo de biela-manivela 1 tiene un cigüeñal realizado en una pieza como árbol de excéntrica 5, mediante el cual se accionan los tres cilindros 2, 3, 4. Los cilindros 2, 3, 4 están indicados en la Figura 4 mediante las cajas dibujadas con línea de trazo interrumpido. Los cilindros 2, 3, 4 presentan respectivamente un pistón 6, 9, 12 con un vástago de pistón 6a, 9a, 12a (véanse la Figura 7 y la Figura 9), que está conectado mediante respectivamente una cruceta 7, 10, 13 con respectivamente una biela 8, 11, 14 realizada en una pieza. Mediante las crucetas 7, 10, 13, las bielas 8, 11, 14 giratorias se conectan con los pistones 6, 9, 12 que pueden moverse solo de forma lineal, de modo que de un movimiento giratorio inicial del árbol de excéntrica 5 resulta un movimiento lineal de los pistones 6, 9, 12. Como puede verse bien en las Figuras 3 a 5, las bielas 8, 11, 14 y las crucetas 7, 10, 13 correspondientes tienen una estructura idéntica.

40 Visto en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario de las agujas del reloj alrededor del mecanismo de biela-manivela 1 o del árbol de excéntrica 5, es decir, a lo largo del eje central o de giro 19 del árbol de excéntrica 5, está previsto por lo tanto un primer cilindro 2 con un primer pistón 6, que mediante una primera cruceta 7 así como mediante la primera biela 8 tiene una unión funcional con el árbol de excéntrica 5. Visto en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario de las agujas del reloj, a continuación, está previsto el segundo cilindro 3 con el segundo pistón 9, que mediante la segunda cruceta 10 y la segunda biela 11 también tiene una unión funcional con el árbol de excéntrica 5. Visto en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario de las agujas del reloj, a continuación, está previsto el tercer cilindro 4 con el tercer pistón 12, que mediante la tercera cruceta 13 y la tercera biela 11 tiene una unión funcional con el árbol de excéntrica 5.

50 Las bielas 8, 11, 14 presentan respectivamente un ojo de biela grande 8a, 11a, 14a grande, un vástago de biela 8b, 11b, 14b y un ojo de biela pequeño 8c, 11c, 14c, en el que está dispuesta la cruceta 7, 9, 11 correspondiente mediante un bulón 25. Esto puede verse por ejemplo en las vistas en corte según la Figura 2 y la Figura 5, estando realizada la disposición representada aquí solo para el segundo cilindro 3 de forma idéntica para el primer cilindro 2 y el tercer cilindro 4.

60 El árbol de excéntrica 5 presenta una primera excéntrica 15 y una segunda excéntrica 16 en forma de discos excéntricos, como puede verse bien en la Figura 6. La primera excéntrica 15 y la segunda excéntrica 16 están dispuestas de forma desplazada 180° en el árbol de excéntrica 5. En la primera excéntrica 15 está alojado el ojo de biela grande 8a de la primera biela 8 así como el ojo de biela grande 14a de la tercera biela 14. En la segunda excéntrica 16 solo está alojado el ojo de biela grande 11a de la segunda biela 11. Como puede verse por ejemplo en la Figura 5, los ojos de biela grandes 8a, 11a, 14a están alojados mediante rodamientos (en este ejemplo mediante rodamientos de rodillos cilíndricos) en el árbol de excéntrica 5 o en la primera excéntrica 15 o la segunda excéntrica 16. También es concebible el uso de cojinetes de deslizamiento.

65 Como puede verse especialmente bien en la Figura 5, la distancia en la dirección axial del árbol de excéntrica 5

entre la biela 8 del primer cilindro 2 y la biela 14 del tercer cilindro 4 es reducida y depende de un disco deslizante 26.

De acuerdo con el efecto deseado, la primera excéntrica 15 y la segunda excéntrica 16 tienen un eje de giro 17 o 18, que está desplazado del eje de giro o central 19 del árbol de excéntrica 5, véanse por ejemplo la Figura 5 o la Figura 6. Como se acaba de describir, el primer cilindro 2 y el tercer cilindro 4 son accionados por la primera excéntrica 15, de modo que la biela 8 del primer cilindro 2 y la biela 14 del tercer cilindro 3 tienen un eje central 17 común.

De acuerdo con la invención, los cilindros 2, 3, 4 están dispuestos de tal modo uno respecto al otro que sus ejes 20, 21, 22 quedan dispuestos respectivamente en una desalineación angular de 60° (véase por ejemplo la Figura 4). Aquí, el primer cilindro 2 está dispuesto con una desalineación angular W_{1-2} de 60° respecto al segundo cilindro 3 directamente adyacente, estando dispuesto el tercer cilindro 4 con una desalineación angular W_{2-3} de también 60° respecto al segundo cilindro 3 directamente adyacente. Por lo tanto, resulta una desalineación angular W_{1-3} entre el primer cilindro 2 y el tercer cilindro 4 de un total de 120°. De ello resulta también que la secuencia de mando de los cilindros es tal que se manda en primer lugar el primer cilindro 2, a continuación, el tercer cilindro 4 y después el segundo cilindro 3, antes de volver a empezar de nuevo el mando, cuando el árbol de excéntrica 5 haya realizado una vuelta.

Para contrarrestar las masas no equilibradas que se producen en el funcionamiento, el mecanismo de biela-manivela 1 presenta una masa de compensación 24, que está dispuesta en el árbol de excéntrica 5. Como está representado en la Figura 2, el árbol de excéntrica 5 presenta para el alojamiento de la masa de compensación 24 un dentado 23 que, visto en la dirección axial, está dispuesto delante del primer cilindro 2. En este dentado 23 puede ponerse la masa de compensación 24, como se muestra en la Figura 2. En el estado montado del mecanismo de biela-manivela 1, en este dentado 23 se pone la masa de compensación 24, que puede presentar por ejemplo un extremo ranurado con un elemento de fijación de efecto radial para asegurar la masa de compensación 24 en la posición axial en el árbol de excéntrica 5. Además, mediante el dentado 23 del árbol de excéntrica 5 también puede realizarse el accionamiento del mecanismo de biela-manivela 1.

Como puede verse bien en la Figura 2, gracias al árbol de excéntrica 5 realizado en una pieza y las bielas 8, 11, 14 realizadas en una pieza es posible un montaje sencillo del mecanismo de biela-manivela 1. Para ello, se montan en primer lugar la biela 11 y la cruceta 10 del segundo cilindro 3. A continuación, se monta el árbol de excéntrica 5 en la carcasa 105, de modo que acto seguido pueden montarse la biela 14 y la cruceta 13 del tercer cilindro 4, después la biela 8 y la cruceta 7 del primer cilindro 2 y finalmente la masa de compensación 24. A continuación, se cierra la carcasa 105 y se montan los componentes restantes de la bomba de proceso 100 de acuerdo con la invención.

En una bomba de proceso 100 de acuerdo con la invención pueden usarse como cabezales de bomba unos cabezales de bomba de doble efecto 102, 103, 104 (véase la Figura 7) o cabezales de bomba de simple efecto 102a, 103a, 104a (véase la Figura 9), en particular en forma de cabezales de bomba de membrana. Una ventaja de la bomba de proceso 100 de acuerdo con la invención está en que con la secuencia de mando de primer cilindro 2 – tercer cilindro 4 – segundo cilindro 3 pueden usarse tanto cabezales de bomba de simple efecto 102a, 103a, 104a como cabezales de bomba de doble efecto 102, 103, 104, sin que haya que cambiar por ello el mecanismo de biela-manivela 1 y consiguiéndose a pesar de ello respectivamente un desplazamiento de fase de 120° de los caudales parciales. El principio correspondiente con los cabezales de bomba de doble efecto 102, 103, 104 está representado esquemáticamente en la Figura 7, el principio correspondiente con cabezales de bomba de simple efecto 102a, 103a, 104a en la Figura 9.

Los diferentes caudales de cada cilindro 2, 3, 4 que está equipado con cabezales de bomba de doble efecto 102, 103, 104, así como el caudal total resultante están representados en la Figura 8. En la abscisa se indica la posición del árbol de excéntrica 5 en grados [°], en la ordenada se indica el caudal, que por regla general tiene la unidad de cantidad o volumen por unidad de tiempo [m³/h]. El caudal del primer cilindro 2 está representado como línea de trazo continuo, el caudal del segundo cilindro 3 está representado como línea de trazos largos y el caudal del tercer cilindro 4 como línea de trazos cortos. El caudal total resultante de los diferentes caudales está representado como línea gruesa. Aquí puede verse que el caudal total resultante es en gran medida homogéneo.

En la Figura 10 está representado un diagrama correspondiente con los diferentes caudales de cada cilindro 2, 3, 4 que está equipado con cabezales de bomba de simple efecto 102a, 103a, 104a, así como el caudal total resultante. La representación es sustancialmente idéntica a la representación en la Figura 8, de modo que se remite a este. También para los cabezales de bomba de simple efecto puede verse que el caudal total resultante representado en esta Figura como línea gris gruesa es sumamente homogéneo y presenta solo una pequeña variación.

Lista de signos de referencia

- 1 Mecanismo de biela-manivela
- 2 Primer cilindro
- 3 Segundo cilindro
- 4 Tercer cilindro

ES 2 749 633 T3

	5	Árbol de excéntrica
	6	Pistón del primer cilindro
	6a	Vástago de pistón
	7	Cruceta del primer cilindro
5	8	Biela del primer cilindro
	8a	Ojo de biela grande
	8b	Vástago de biela
	8c	Ojo de biela pequeño
	9	Pistón del segundo cilindro
10	9a	Vástago de pistón
	10	Cruceta del segundo cilindro
	11	Biela del segundo cilindro
	11a	Ojo de biela grande
	11b	Vástago de biela
15	11c	Ojo de biela pequeño
	12	Pistón del tercer cilindro
	12a	Vástago de pistón
	13	Cruceta del tercer cilindro
	14	Biela del tercer cilindro
20	14a	Ojo de biela grande
	14b	Vástago de biela
	14c	Ojo de biela pequeño
	15	Primera excéntrica
	16	Segunda excéntrica
25	17	Eje central de los ojos de biela grandes de las bielas del primer cilindro y del tercer cilindro / eje central de la primera excéntrica
	18	Eje central de los ojos de biela grandes de la biela del segundo cilindro / eje central de la segunda excéntrica
	19	Eje central o de giro del árbol de excéntrica
30	20	Eje del primer cilindro
	21	Eje del segundo cilindro
	22	Eje del tercer cilindro
	23	Dentado
	24	Masa de compensación
35	25	Bulón
	26	Disco deslizante
	100	Bomba de proceso
	101	Accionamiento
	101a	Motor eléctrico
40	101b	Engranaje reductor
	102	Cabezal de bomba del primer cilindro (de doble efecto)
	102a	Cabezal de bomba del primer cilindro (de simple efecto)
	103	Cabezal de bomba del segundo cilindro (de doble efecto)
	103a	Cabezal de bomba del segundo cilindro (de simple efecto)
45	104	Cabezal de bomba del tercer cilindro (de doble efecto)
	104a	Cabezal de bomba del tercer cilindro (de simple efecto)
	105	Carcasa
	106	Tapa de la bomba
	W ₁₋₂	Desalineación angular entre el primer cilindro y el segundo cilindro
50	W ₂₋₃	Desalineación angular entre el segundo cilindro y el tercer cilindro
	W ₁₋₃	Desalineación angular entre el primer cilindro y el tercer cilindro

REIVINDICACIONES

1. Bomba de proceso (100) con un mecanismo de biela-manivela (1) y al menos tres cilindros (2, 3, 4) que, vistos alrededor del mecanismo de biela-manivela (1), representan un primer cilindro (2), un segundo cilindro (3) y un tercer cilindro (4), presentando el mecanismo de biela-manivela (1) un cigüeñal, **caracterizado por que** el mecanismo de biela-manivela (1) presenta para cada cilindro (2, 3, 4) respectivamente una cruceta (7, 10, 13) y una biela (8, 11, 14) con en cada caso un ojo de biela grande (8a, 11a, 14a) para el alojamiento del cigüeñal, teniendo las crucetas (7, 10, 13) a través de las bielas (8, 11, 14) una unión funcional con el cigüeñal, estando realizado el cigüeñal como árbol de excéntrica (5) con una primera excéntrica (15) y una segunda excéntrica (16), estando dispuestas la biela (8) del primer cilindro (2) y la biela (14) del tercer cilindro (4) en la primera excéntrica (15) y estando dispuesta la biela (11) del segundo cilindro (3) en la segunda excéntrica (16), de modo que el ojo de biela grande (8a) de la biela (8) del primer cilindro (2) y el ojo de biela grande (14a) de la biela (14) del tercer cilindro (4) presentan un eje central común (17), teniendo el mecanismo de biela-manivela (1) una secuencia de mando de primer cilindro (2) – tercer cilindro (4) – segundo cilindro (3).
2. Bomba de proceso (100) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el mecanismo de biela-manivela (1) presenta exactamente tres cilindros (2, 3, 4).
3. Bomba de proceso (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** los ejes (20, 21, 22) de los cilindros (2, 3, 4) adyacentes presentan cada uno una desalineación angular (W_{1-2} , W_{2-3}) de 60° entre ellos.
4. Bomba de proceso (100) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** la desalineación angular (W_{1-3}) entre el eje (20) del primer cilindro (2) y el eje (22) del tercer cilindro (4) es de 120°.
5. Bomba de proceso (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos una de las dos excéntricas (15, 16), preferentemente las dos, están realizadas como disco excéntrico.
6. Bomba de proceso (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera excéntrica (15) y la segunda excéntrica (16) están dispuestas con un desplazamiento de 180° en el árbol de excéntrica (5).
7. Bomba de proceso (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las bielas (8, 11, 14) presentan cada una un vástago de biela (8b, 11b, 14b) y un ojo de biela pequeño (8c, 11c, 14c) para la unión funcional con las crucetas (7, 10, 13), estando realizados en una pieza el ojo de biela grande (8a, 11a, 14a), el vástago de biela (8b, 11b, 14b) y el ojo de biela pequeño (8c, 11c, 14c).
8. Bomba de proceso (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el árbol de excéntrica (5) está realizado en una pieza.
9. Bomba de proceso (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el árbol de excéntrica (5) está dispuesta una masa de compensación (24).
10. Bomba de proceso (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la bomba de proceso (100) presenta al menos un cabezal de bomba que está realizado como cabezal de bomba de simple efecto (102a, 103a, 104a) o como cabezal de doble efecto (102, 103, 104).
11. Bomba de proceso (100) de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** el al menos un cabezal de bomba (102, 102a, 103, 103a, 104, 104a) está realizado como cabezal de bomba de membrana.

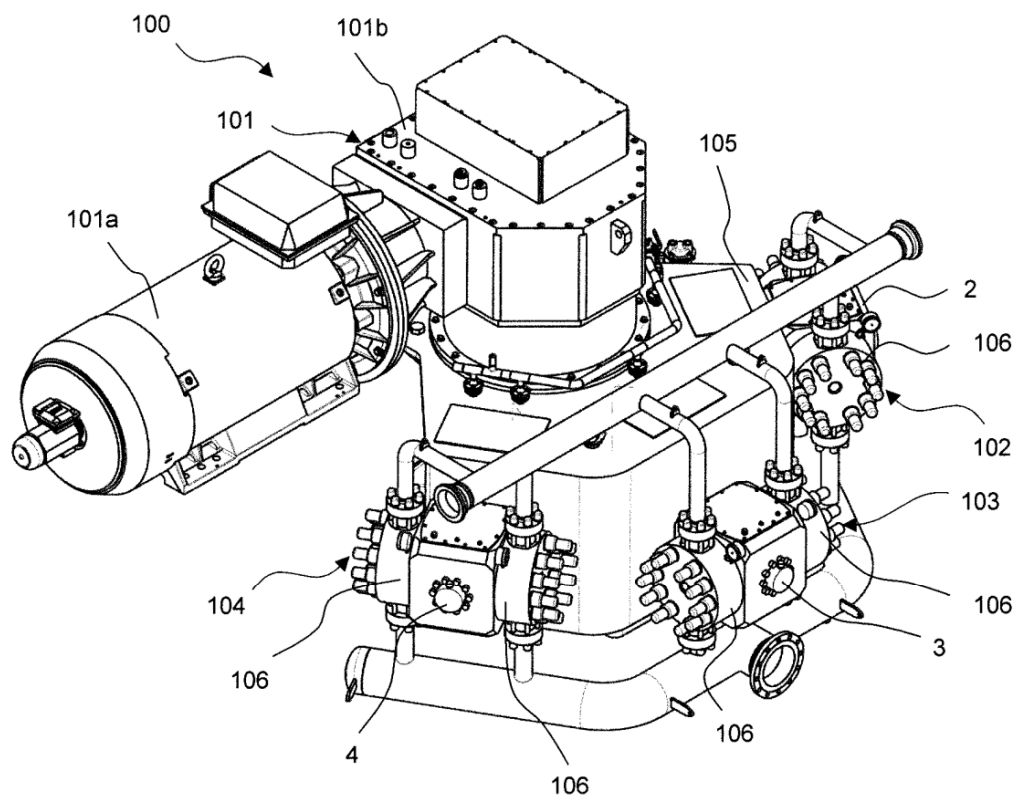


FIG. 1

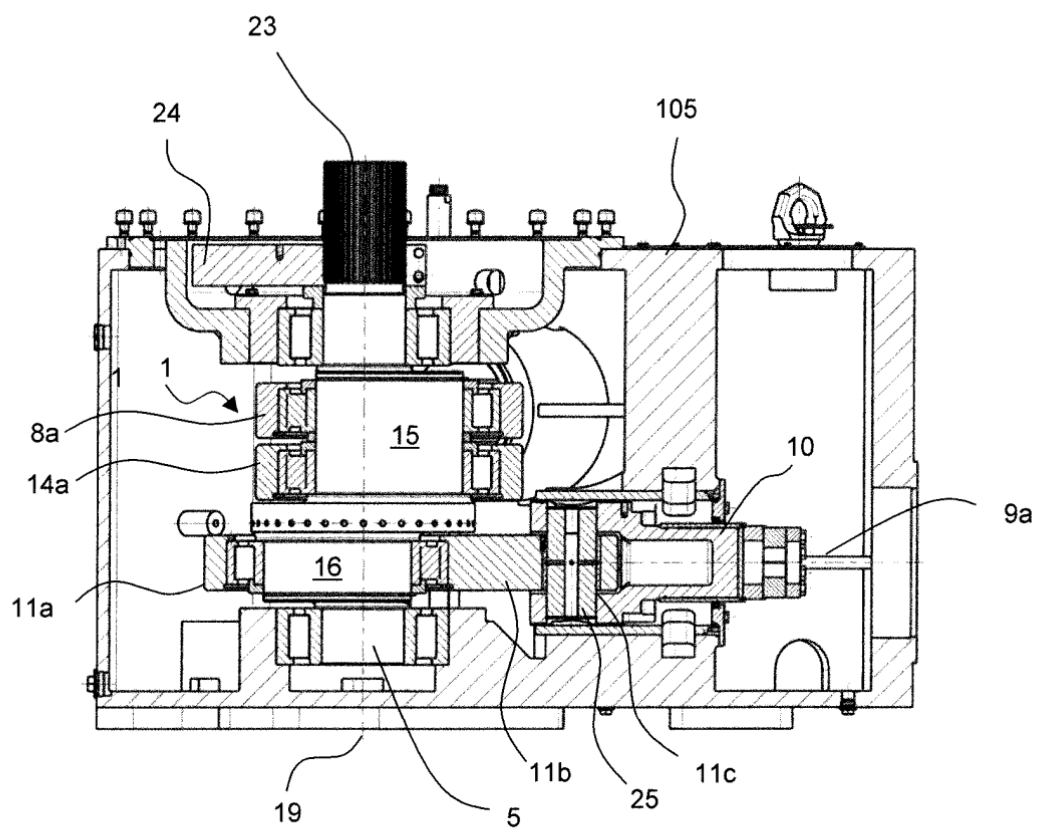


FIG. 2

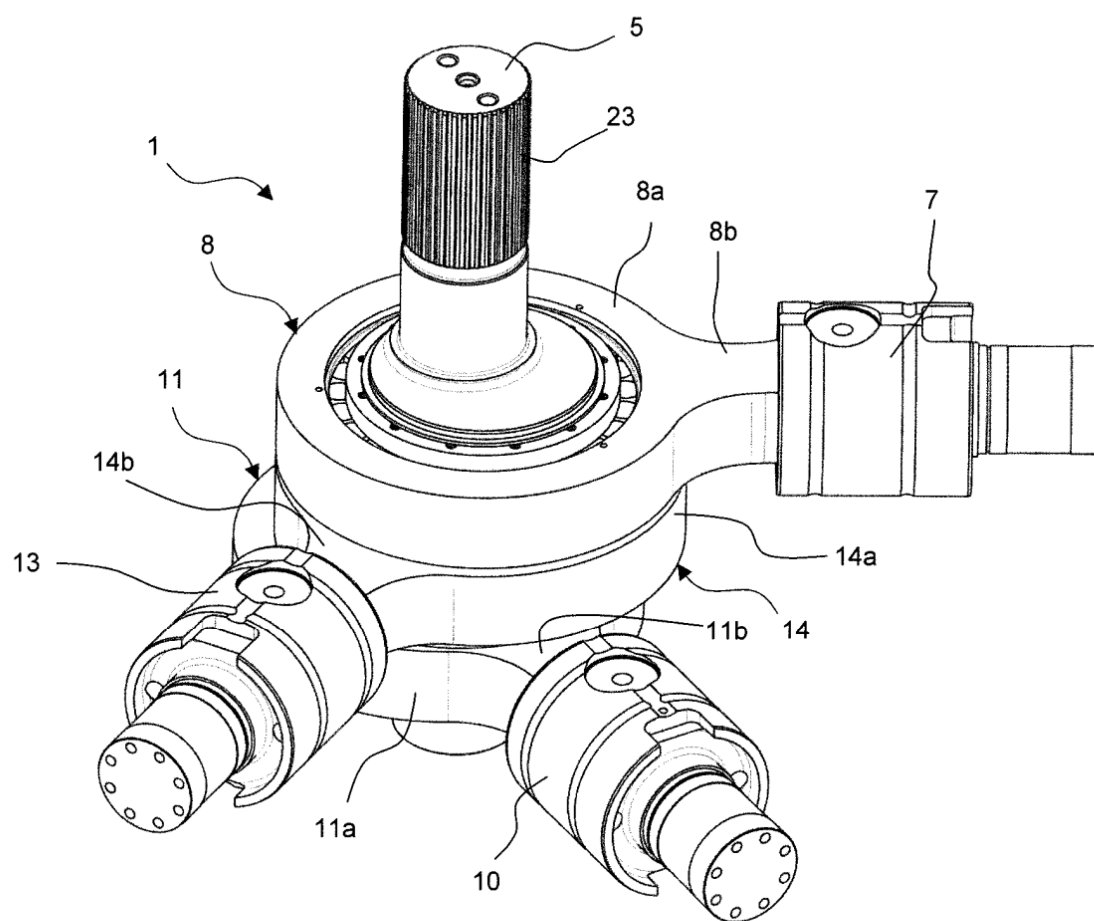


FIG. 3

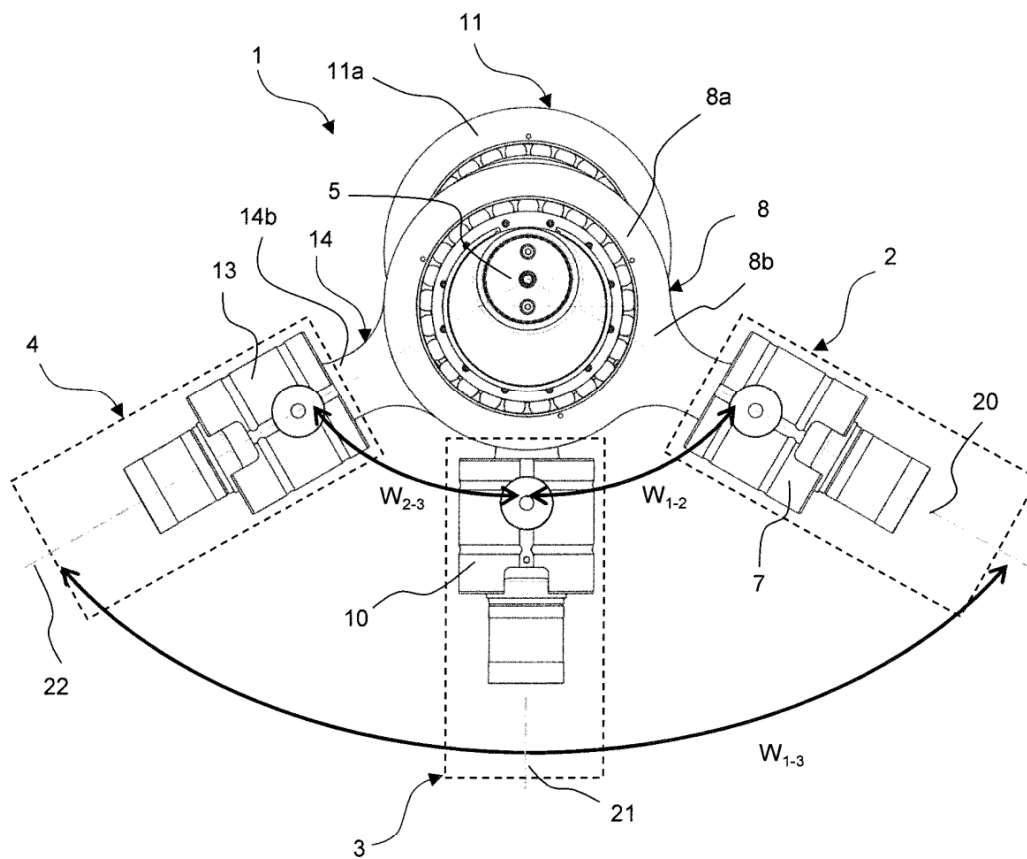


FIG. 4

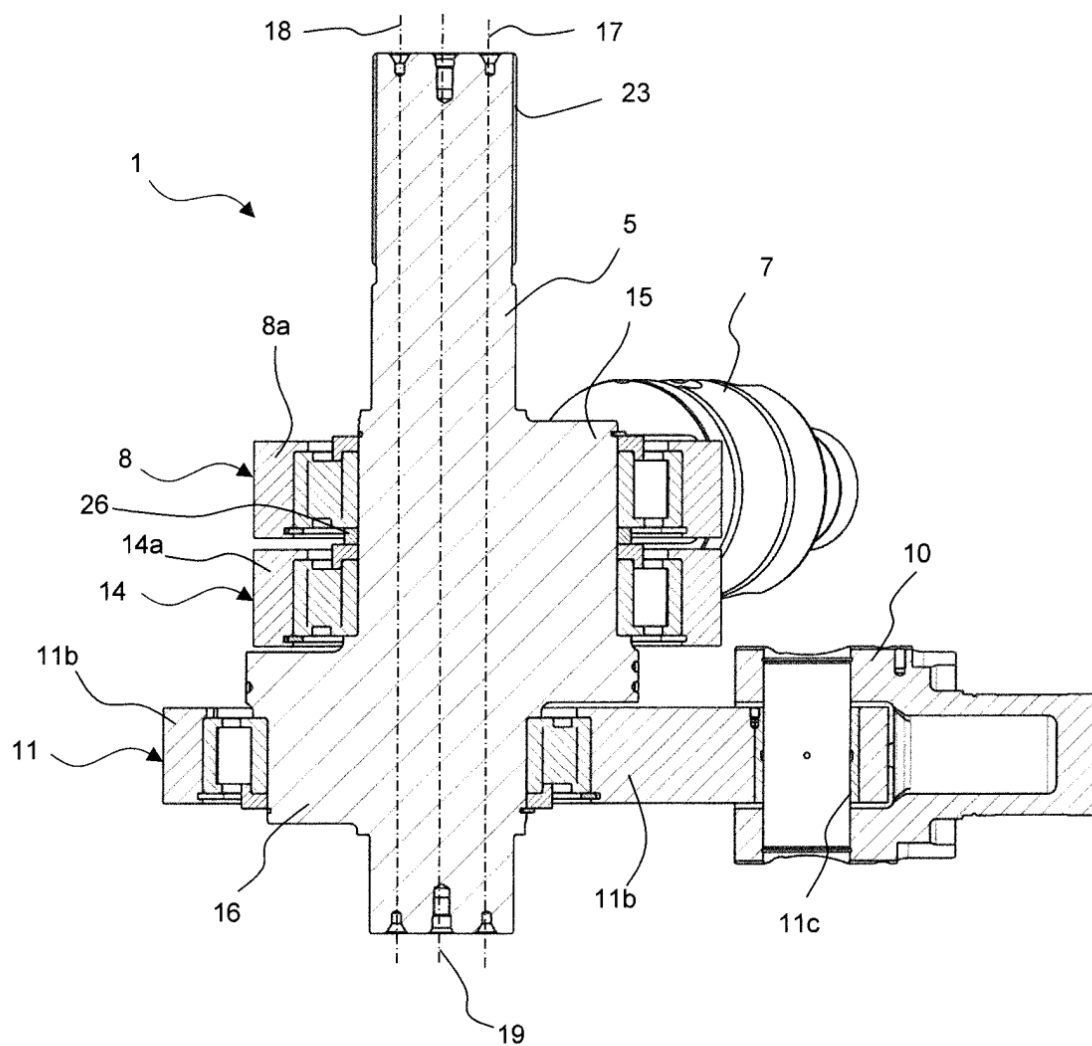


FIG. 5

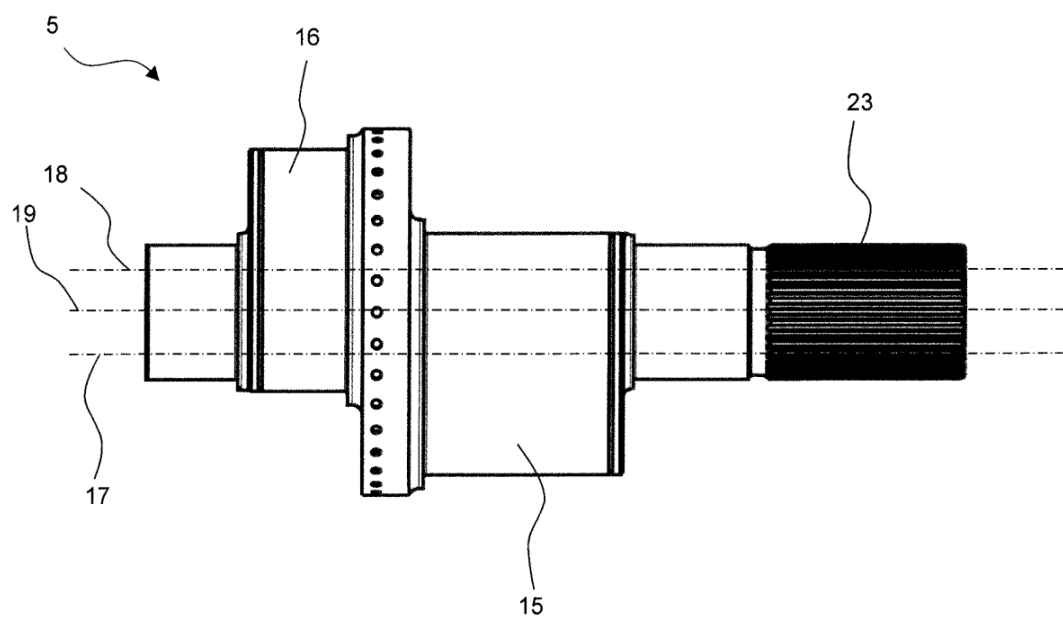


FIG. 6

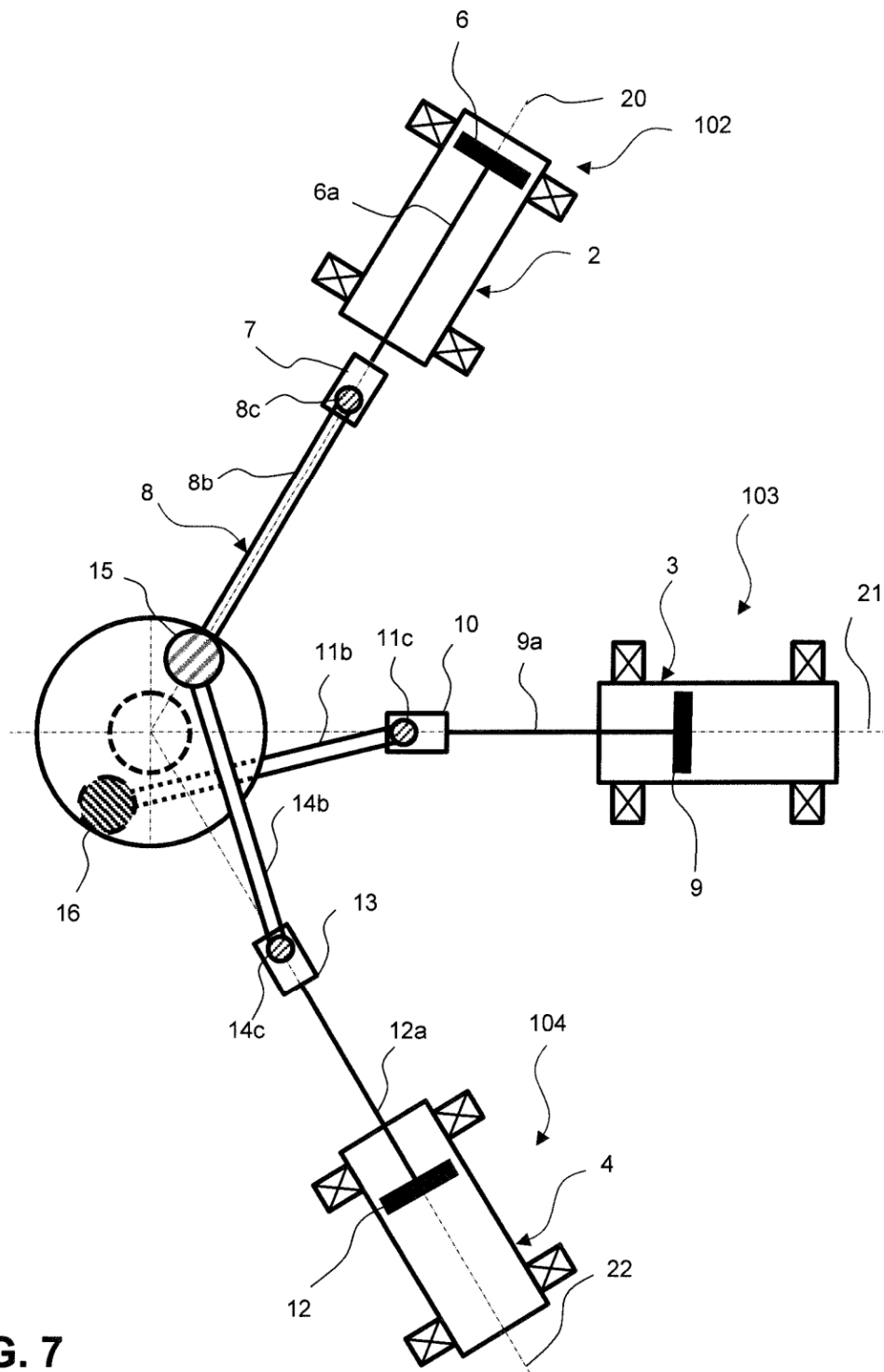


FIG. 7

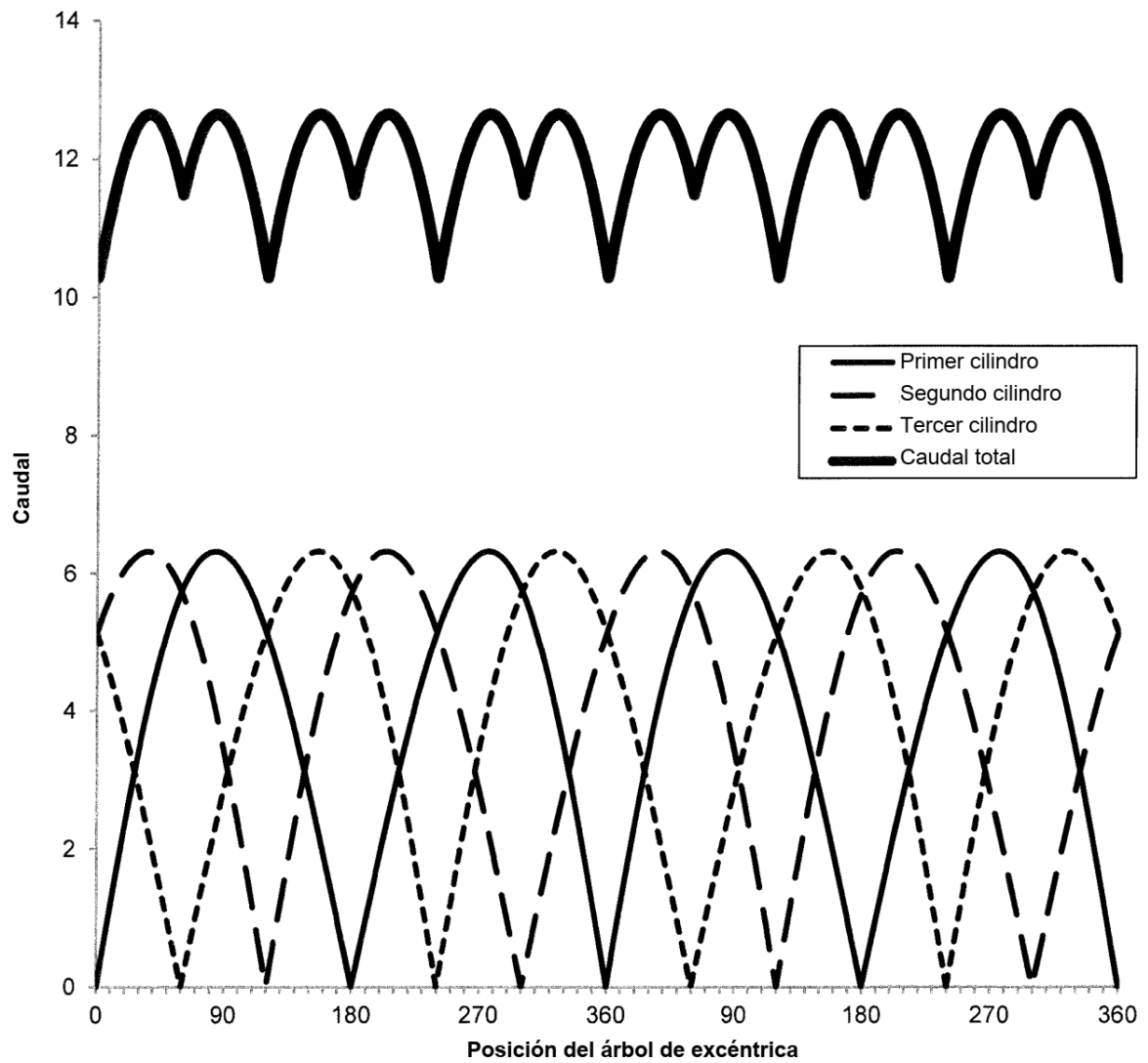


FIG. 8

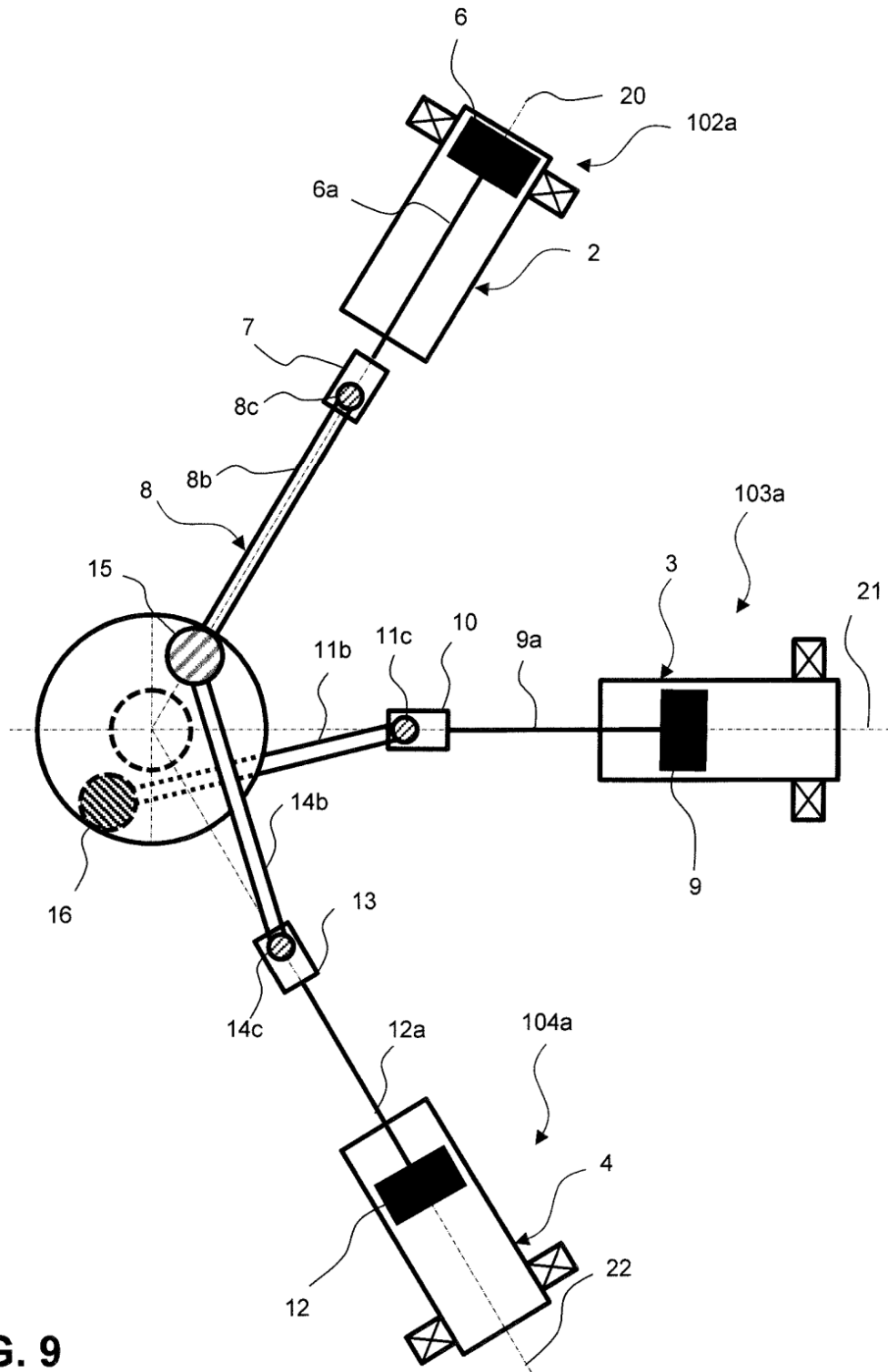


FIG. 9

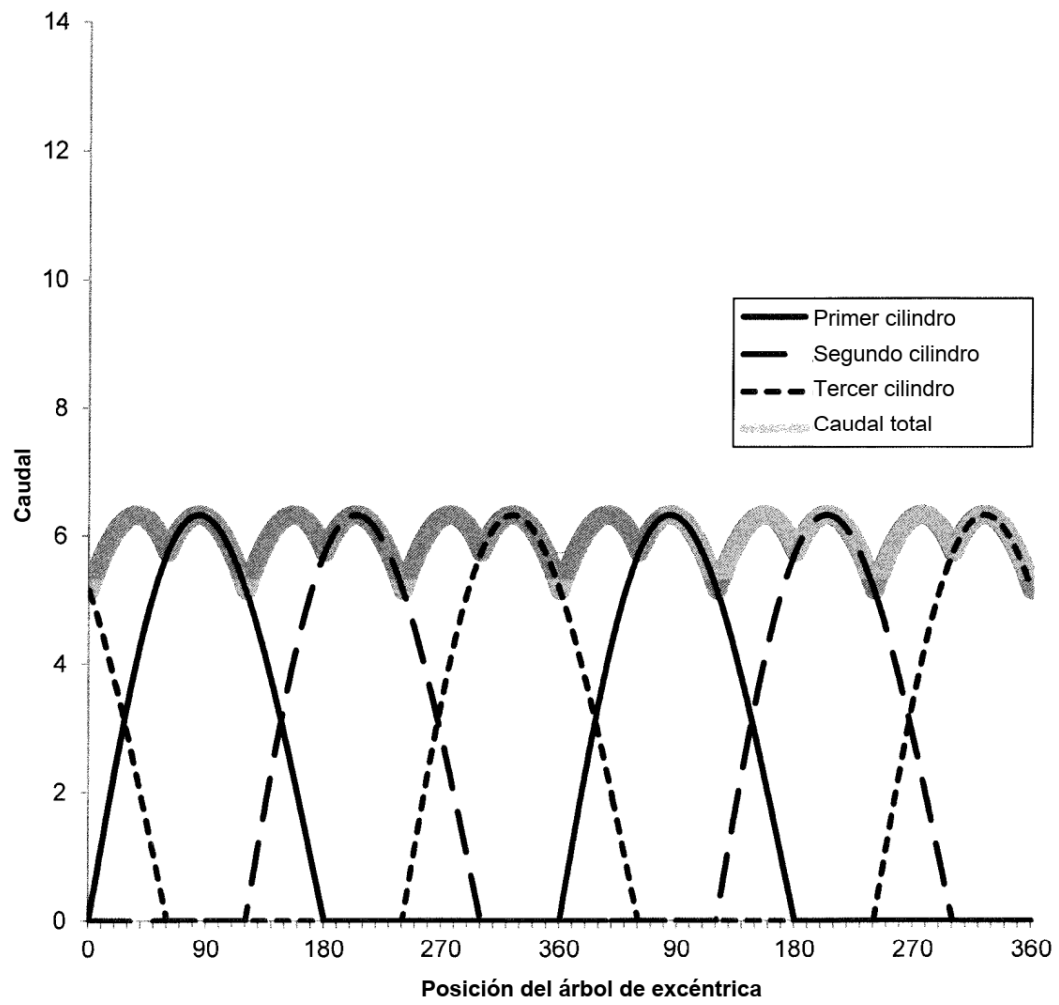


FIG. 10