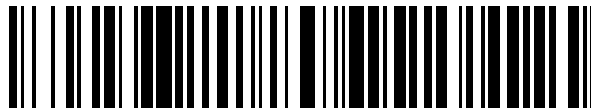


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 880**

51 Int. Cl.:

**F01B 17/04** (2006.01)

**F01L 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2017 PCT/IB2017/054578**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.02.2018 WO18020459**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2017 E 17757889 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.11.2021 EP 3491219**

54 Título: **Expansor volumétrico, proceso de arranque del expansor volumétrico, planta de ciclo cerrado, y proceso para convertir energía térmica en energía eléctrica utilizando dicha planta**

30 Prioridad:  
**29.07.2016 IT 201600080081**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.04.2022**

73 Titular/es:  
**STAR ENGINE S.R.L. (100.0%)  
Via Volta, 3/A, Frazione Arbizzano  
37024 Negrar (VR), IT**

72 Inventor/es:  
**ZAMPIERI, GINO**

74 Agente/Representante:  
**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 906 880 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**

Expansor volumétrico, proceso de arranque del expansor volumétrico, planta de ciclo cerrado, y proceso para convertir energía térmica en energía eléctrica utilizando dicha planta

5

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un expansor volumétrico; la presente invención se refiere también a un proceso de arranque del expansor volumétrico.

10

La presente invención se puede utilizar en plantas de biogás/biomasa para la recuperación de calor residual del proceso de cogeneración, en plantas geotérmicas para el aprovechamiento de fuentes de calor medianas/pequeñas, en sistemas de recuperación de residuos de calor industrial (conversión de residuos de calor de procesos industriales), en los hogares para la producción de electricidad y calor para uso sanitario. Otro uso del expansor y de la planta relativa puede afectar tanto a sistemas domésticos como industriales, en los que la fuente de calor es suministrada por sistemas de captación de energía solar. La planta se puede utilizar también en el campo de la automoción, por ejemplo, para recuperar el calor del motor.

15

**Técnica anterior**

20

Se conocen sistemas de ciclo Rankine que utilizan un expansor volumétrico para la recuperación de energía térmica y la posterior producción de energía eléctrica.

25

Una realización de tales sistemas implica el uso de una o más turbinas como cámara de expansión. Sin embargo, esta solución tiene algunas limitaciones e inconvenientes, bien conocidos para el experto en la materia, que son:

- alto coste de la turbina y de los miembros de control relacionados;
- necesidad de mantenimiento frecuente lo que genera varios costes;
- máximo rendimiento que solo se consigue con un flujo muy preciso del fluido en expansión y con una velocidad de giro definida; en particular, esta es quizás la mayor limitación de los sistemas de turbinas puesto que si la velocidad de giro sufre incluso un ligero cambio del valor óptimo, el rendimiento de la turbina se reduce drásticamente.

30

También hay que tener en cuenta que las fuentes de calor habitualmente disponibles tienen una temperatura media/baja. La conversión en energía eléctrica el calor proporcionado por estas fuentes es, mediante el uso de turbinas, excesivamente costosas en relación con la energía producida: las turbinas no son adecuadas para el aprovechamiento de fuentes de calor de media-baja temperatura que además tienen generalmente un aporte calórico muy variable, lo que hace aún más inapropiado el uso de turbinas para convertir energía térmica (como se ha descrito anteriormente, las turbinas proporcionan el máximo rendimiento a un flujo muy preciso del fluido en expansión).

35

40

Debido a su escasa capacidad para explotar las fuentes de media/baja temperatura, estas últimas se utilizan de forma limitada solo para uso profesional, mientras que no se utilizan en los hogares. Hasta la fecha, de hecho, la mayoría de las fuentes de media/baja temperatura se dispersan en el medio ambiente y, por lo tanto, se desperdician.

45

Las fuentes de calor más comunes, y a las que se hace referencia en el presente documento, están disponibles tanto como un derivado de la actividad humana como de origen natural, tal como el calor contenido en los productos de desecho industriales o el calor contenido en la biomasa, si esta se quema.

50

Para superar los inconvenientes descritos anteriormente, es conocido el uso de expansores volumétricos alternativos o giratorios, capaces de operar con caudales de fluido relativamente pequeños sin una reducción excesiva de potencia y rendimiento. Los expansores volumétricos, al operar a potencias térmicas más bajas, trabajan a un número de revoluciones (ciclos) considerablemente más bajo que las velocidades de giro de la turbina, lo que anula el riesgo de daño de las partes móviles en caso de paso de fluido (gotas por una incorrecta vaporización del fluido de trabajo) a la cámara de expansión. Los expansores volumétricos tienen también una complejidad estructural menor que la de las turbinas, con la consiguiente reducción de costes. Además de la complejidad reducida, los expansores volumétricos son más compactos que las turbinas, lo que facilita la implementación, montaje e instalación de los mismos.

55

60

En las solicitudes de patente US2012/0267898A1 y WO2014141072 se describen ejemplos de expansores volumétricos utilizados para la conversión de energía térmica en energía eléctrica, haciendo uso de fuentes de calor a baja temperatura. Si bien los expansores volumétricos alternativos conocidos están mejorando en comparación con las turbinas en condiciones de fuentes de calor a media/baja temperatura, el solicitante cree que estos expansores volumétricos conocidos pueden mejorarse aún más en varios aspectos. Los expansores volumétricos conocidos consisten en un alojamiento de soporte del uno o más pistones y mecanismos de manivela relativos, una

65

parte de un cigüeñal y, opcionalmente, una o más válvulas de control del flujo de fluido de trabajo. Fuera del alojamiento se encuentran los miembros de transmisión que conectan las válvulas al cigüeñal, así como una parte del cigüeñal que normalmente está conectada a un generador eléctrico. Cabe señalar que los expansores conocidos comprenden también por lo general dispositivos para la protección y lubricación de los miembros de transmisión y miembros de conexión del cigüeñal al generador eléctrico. La gran cantidad de componentes del expansor, internos y externos al alojamiento, hace que los pasos de montaje y desmontaje del expansor sean bastante complejos, un estado que afecta adversamente, en cuanto a tiempos y costes, los pasos de instalación y desinstalación del expansor así como cualquier trabajo de mantenimiento o reparación del mismo. También se observa que la complejidad estructural de los expansores tradicionales determina una lubricación ineficiente y un difícil montaje y arranque de los mismos.

De forma adicional, los expansores volumétricos conocidos, en particular los expansores adaptados para operar de acuerdo con un ciclo de Rankine, se utilizan en general de forma discontinua: las plantas en las que operan dichos expansores experimentan paradas y arranques continuos. Durante un estado inactivo del expansor, el fluido de trabajo presente en su interior se condensa (particularmente en ambientes con una temperatura externa baja), formando así líquidos condensados. El fluido de trabajo condensado impide el arranque del expansor, por lo que es imposible volver a arrancar toda la planta, a menos que antes se eliminen dichos líquidos condensados. Para superar este inconveniente, se preveían procedimientos de mantenimiento extraordinarios en el pasado que obligaban al personal a calentar extemporáneamente el expansor mediante resistencias eléctricas colocadas fuera de éste o mediante sistemas rudimentarios, tal como calentar el cuerpo del expansor con una llama. El uso de resistencias u otros sistemas extemporáneos, sin embargo, requiere tiempos de operación extremadamente largos y un alto consumo de energía que afecta negativamente la eficiencia general de la planta. Como alternativa, se ha requerido que el personal realizara la purga de cualquier líquido indeseablemente presente dentro del expansor. También este procedimiento de mantenimiento, además de requerir personal especializado, requiere tiempos de operación muy largos que pesan mucho en el tiempo de inactividad de la planta.

El documento FR 3 031 135 A1 desvela un expansor volumétrico de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

### 30 **Objetivos de la invención**

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es resolver sustancialmente los inconvenientes y/o limitaciones de la técnica anterior mencionados.

35 Un primer objetivo de la presente invención es proporcionar un expansor volumétrico que sea de alta eficiencia, en particular que permita alcanzar altos rendimientos incluso a través de la conversión de energía térmica variable a media/baja temperatura. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un expansor volumétrico, que se pueda adaptar a las diferentes condiciones de trabajo de tal forma que se puedan aprovechar eficazmente las fuentes de calor disponibles y entregar la máxima potencia con excelentes rendimientos.

40 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un expansor volumétrico, de construcción simple y compacta adaptada para permitir una fácil instalación y en consecuencia que tenga costes de producción, mantenimiento y montaje reducidos.

45 Otro objetivo de la invención es proporcionar un expansor volumétrico que se pueda instalar fácil y rápidamente en una planta para la conversión de energía térmica en energía eléctrica; en particular, un objetivo de la presente invención es proporcionar un expansor volumétrico que se pueda desmontar y/o retirar rápidamente (tal como en caso de instalación, reemplazo o reparación) de tal forma que cualquier tiempo de inactividad de la planta pueda reducirse al mínimo.

50 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un expansor volumétrico que tenga una estructura capaz de asegurar un arranque rápido y eficaz del mismo; en particular, un objetivo de la presente invención es proporcionar un expansor volumétrico que no requiera consumo de energía eléctrica para arrancar el mismo.

55 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un expansor volumétrico, que pueda implementarse sin necesidad de cambios complejos en los sistemas convencionales de conversión de energía térmica en energía eléctrica. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un proceso capaz de explotar eficazmente el expansor mencionado anteriormente.

60 Estos y otros objetivos, que se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción, se logran sustancialmente mediante un expansor volumétrico, de acuerdo con lo establecido en una o más de las reivindicaciones adjuntas.

### **Breve descripción de los dibujos**

65 Algunas realizaciones y algunos aspectos de la invención se describen a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, proporcionados únicamente con fines ilustrativos y, por lo tanto, fines no limitantes, en los que:

- 5 > la Figura 1 muestra un diagrama del principio de una planta de circuito cerrado en una primera realización de la misma;
- > la Figura 2 muestra un diagrama del principio de una planta de circuito cerrado en una segunda realización de la misma;
- > la Figura 3 muestra una vista en perspectiva de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- > la Figura 4 muestra una vista en perspectiva de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención asociado a un generador eléctrico;
- 10 > la Figura 5 muestra una vista en despiece de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- > la Figura 5A muestra una vista esquemática en despiece de una parte del expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- > la Figura 5B muestra una vista esquemática frontal de una parte del expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- 15 > la Figura 6 muestra otra vista en despiece de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- > la Figura 7 muestra una vista lateral de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- > la Figura 8 muestra una vista en sección de acuerdo con la línea VIII-VIII del expansor volumétrico de la Figura 7;
- > la Figura 9 muestra una vista en perspectiva de un elemento de cierre de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- 20 > la Figura 10 muestra una vista en sección longitudinal de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- > la Figura 11 muestra una vista en sección longitudinal de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención en la que se esquematiza un estado de introducción de fluido en el interior del expansor;
- 25 > la Figura 12 muestra una vista en sección longitudinal de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención en la que se esquematiza un estado de emisión de fluido desde el expansor;
- > la Figura 12A muestra una vista detallada de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- > la Figura 13 muestra una vista en sección transversal de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención;
- 30 > la Figura 14 muestra una vista explosionada de una válvula de un expansor volumétrico de acuerdo con la presente invención.

### Definiciones y convenciones

- 35 Deberá observarse que en la descripción detallada, las partes correspondientes ilustradas en las diversas Figuras se indican con los mismos números de referencia. Las Figuras pueden ilustrar el objeto de la invención mediante representaciones que no están a escala; por lo tanto, las partes y componentes ilustrados en las Figuras relativas al objeto de la invención podrán referirse únicamente a representaciones esquemáticas. En la siguiente descripción y en las reivindicaciones, las expresiones aguas arriba y aguas abajo se refieren a una dirección de circulación de un fluido de trabajo en un circuito cerrado.
- 40

La expresión comunicación fluida directa entre dos elementos se define como una comunicación continua del flujo de fluido de trabajo entre dichos elementos sin que el mismo flujo sea interrumpido por uno o más elementos de interceptación del fluido. Entre dos elementos en comunicación fluida directa, no se prevé ningún dispositivo de interceptación de fluido - interpuesto entre estos últimos elementos - que de algún modo pueda interrumpir el flujo de fluido entre dichos dos elementos.

45

La expresión fluido de trabajo significa un fluido de tipo orgánico (fluido ORC). Preferentemente, el fluido de trabajo comprende una cantidad de fluido orgánico de entre el 90 % y el 99 %, en particular entre el 95 % y el 99 %, más aún en particular aproximadamente el 98 %. El fluido orgánico se mezcla con al menos un aceite configurado para permitir la lubricación de elementos móviles dentro del expansor volumétrico. Por ejemplo, los fluidos orgánicos utilizados pueden comprender al menos uno seleccionado del grupo de los siguientes fluidos: R134A, 245FA, R1234FY, R1234FZ.

50

### 55 Descripción detallada

#### Realización general de una planta de ciclo cerrado para la producción de energía eléctrica.

60 El número de referencia 1 indica una planta de ciclo cerrado, particularmente un ciclo de Rankine, para convertir la energía térmica en energía eléctrica. La planta 1 se puede utilizar, por ejemplo, en plantas de biogás/biomasa para recuperar el calor residual del proceso de cogeneración, en plantas geotérmicas para el aprovechamiento de fuentes de calor medianas/pequeñas, en sistemas de recuperación de residuos de calor industrial (conversión de residuos de calor de procesos industriales), en los hogares para la producción de electricidad y calor para uso sanitario. Otro

uso de la planta 1 puede referirse tanto a sistemas domésticos como industriales, en los que la fuente de calor es suministrada por sistemas de captación de energía solar. La planta se puede utilizar también en el campo de la automoción, por ejemplo, para recuperar el calor del motor.

5 Como se puede ver en la Figura 1, la planta 1 comprende un circuito cerrado 2 dentro del cual circula un fluido de trabajo.

10 Como puede verse por ejemplo en los esquemas de las Figuras 1 y 2, la planta 1 comprende al menos una bomba 13 acoplada al circuito 2 y dispuesta para imponer un sentido de circulación predeterminado al fluido de trabajo. En una realización preferida pero no limitativa de la planta 1, la bomba 13 comprende una bomba de engranajes.

15 El fluido de trabajo que entra en la bomba 13 está en estado líquido a una presión predeterminada correspondiente a una presión mínima del circuito. La bomba 13 está configurada para imponer un salto de presión predeterminado al fluido de trabajo y llevarlo a una presión máxima del circuito 2. El salto de presión impuesto por la bomba 13 depende del dimensionamiento de ésta y es superior a 5 bares, en particular entre 5 bares y 25 bares, aún más en particular entre 5 bares y 20 bares. Debido al salto de presión impuesto por la bomba 13, el fluido de trabajo circula en el circuito 2 y en particular saliendo de este último llega a un primer intercambiador de calor o evaporador 3 activo en el circuito 2. De hecho, el fluido de trabajo en estado líquido entregado desde la bomba 13 se introduce dentro del evaporador 3 que está configurado para calentar dicho fluido hasta definir el cambio del mismo del estado líquido al estado gaseoso.

20 Más en detalle, el evaporador 3 está dispuesto para recibir en paso el fluido de trabajo y también recibir calor de una fuente caliente H adaptada para permitir el calentamiento de dicho fluido hasta el cambio de estado: evaporador de salida 3, el fluido de trabajo está en un estado de vapor saturado. Desde un punto de vista estructural, el evaporador 3 puede comprender, por ejemplo, un intercambiador de calor adaptado para usar, como fuente caliente H, otro fluido de trabajo procedente de una planta industrial diferente. Como alternativa, el evaporador 3 puede comprender una caldera adaptada para permitir el cambio de estado del fluido de trabajo por medio de una fuente caliente H obtenida por combustión.

30 Continuando a lo largo de la dirección de circulación del fluido de trabajo, se puede observar que el fluido de trabajo en estado gaseoso que sale del primer intercambiador de calor 3 entra a un expansor volumétrico 4 configurado para transformar la energía térmica del fluido de trabajo en energía mecánica.

35 El expansor volumétrico 4 comprende al menos un pistón 6 adaptado para definir en cooperación una cámara de expansión 7 de volumen variable (véase, por ejemplo, la Figura 10). Como se describirá mejor más adelante, el expansor volumétrico 4 también comprende un mecanismo de manivela 37 conectado por un extremo al pistón 6 y por el otro está asociado a un eje principal 11 configurado para moverse con movimiento giratorio alrededor de un eje X (véase Figura 10).

40 El expansor 4 tiene también una entrada 8 y una salida 9 respectivamente adaptadas para permitir la introducción y descarga del fluido de trabajo desde la cámara de expansión 7 (Figura 10). En particular, el expansor volumétrico 4 comprende al menos una válvula 10 configurada para permitir selectivamente la introducción y la descarga del fluido de trabajo desde la cámara de expansión 7 a través de la entrada 8 y la salida 9 y generar el movimiento del pistón 6: de esta forma, es posible girar el eje principal 11 alrededor del eje (Figura 10). El expansor volumétrico 4 se describirá en detalle a continuación.

50 Como puede verse por ejemplo en las Figuras 1 y 2, la planta 1 comprende además al menos un generador de energía eléctrica 12 conectado al eje principal 11 que está adaptado para transformar el giro de este último en energía eléctrica. En particular, el generador 12 puede comprender al menos un rotor conectado al eje principal 11 que es móvil por giro con respecto a un estator. El movimiento relativo entre el rotor y el estator permite el desarrollo de una cantidad predeterminada de energía eléctrica. Continuando a lo largo de la dirección de viaje del fluido de trabajo, es posible observar que la planta 1 comprende además al menos un segundo intercambiador de calor o condensador 16 activo en el circuito 2. El condensador 16, como se muestra, por ejemplo, en la Figura 1, se interpone entre el expansor 4 y la bomba 13; el segundo intercambiador de calor 16 está dispuesto para recibir en paso el fluido de trabajo que sale del expansor 4 y permitirle pasar del estado gaseoso al líquido. Más en detalle, el condensador 16 está configurado para recibir el fluido de trabajo en el paso y también se comunica con una fuente fría C que está adaptada para restar calor al fluido que atraviesa dicho segundo intercambiador de calor 16. El fluido de trabajo que sale del condensador 16 se reintroduce en la bomba 13: el circuito se define como un ciclo cerrado, en particular un ciclo de Rankine.

60 **Realización preferida de una planta de ciclo cerrado para la producción de energía eléctrica.**

65 En la Figura 2 se muestra una realización preferida pero no limitativa de la planta 1. Una planta 1 de este tipo, además de la realización general, comprende un economizador 36 dispuesto aguas abajo tanto de la bomba 13 como del expansor volumétrico 4. Más detalladamente, el economizador 36 comprende un intercambiador de calor dispuesto para recibir el fluido de trabajo que sale del expansor volumétrico 4 y el fluido de trabajo que sale de la

bomba 13. El economizador 36 en realidad permite un precalentamiento del fluido de trabajo que sale de la bomba 13 a través de la recuperación de calor del fluido de trabajo que sale del expansor volumétrico 4.

5 Como se puede ver nuevamente en la Figura 2, la planta 1 comprende además un tercer intercambiador de calor o precalentador 18 activo en el circuito 2 aguas arriba del primer intercambiador de calor 3 y, en particular, interpuesto entre el economizador 36 y el evaporador 3. El tercer intercambiador de calor 18 está configurado para recibir en paso el fluido de trabajo que sale de la bomba 13 y precalentado por el economizador 36. El tercer intercambiador de calor 18 está además configurado para recibir calor de una fuente caliente H y permitir un precalentamiento adicional del fluido de trabajo antes de que este último se introduzca en el primer intercambiador de calor 3. En las realizaciones mostradas en las figuras adjuntas, el tercer intercambiador de calor 18 consiste, a modo de ejemplo no limitante, en un elemento separado del economizador 36 y del evaporador 3. Como alternativa, el precalentador 18 puede integrarse con el evaporador 3 para formar sustancialmente un intercambiador de calor todo en uno (estado no mostrado en las Figuras adjuntas); en el último estado descrito, la planta 1 puede comprender solo dos intercambiadores de calor (intercambiador de calor todo en uno y economizador 36) o un solo intercambiador de calor (solo intercambiador todo en uno), si la recuperación de calor no se realiza a través del economizador 36.

15 Preferentemente, la planta 1 comprende al menos un circuito de calentamiento 19 en comunicación fluida tanto con el primer intercambiador de calor 3 como con el tercer intercambiador de calor 18; el circuito está dispuesto para permitir la circulación de al menos un fluido de calentamiento proveniente de la fuente caliente H.

20 El circuito de calentamiento 19 comprende, aunque no se limita a, un circuito hidráulico que se extiende entre una entrada 20 y una salida 21. La fuente caliente H puede comprender, por ejemplo, una fuente de agua caliente adaptada para circular desde la entrada 20 hasta el circuito de salida 19 a través de la salida 21. Ventajosamente, el sentido de circulación del fluido de calentamiento de la fuente caliente H (agua calentada en la realización preferida) es a contracorriente con respecto al sentido de circulación del fluido de trabajo en el interior del circuito 2.

25 En la realización de la Figura 2, el evaporador 3 es un intercambiador de calor de líquido (agua calentada) y gas (fluido de trabajo en estado gaseoso). El tercer intercambiador de calor 18, que también está activo en el circuito de calentamiento 19, utiliza el calor de la misma fuente caliente H 3 utilizada para el evaporador 3 del fluido de trabajo; puesto que el fluido de trabajo del circuito 2 está en contracorriente con el fluido de calentamiento (agua caliente) del circuito 19, este último fluido tiene una temperatura que disminuye durante el paso del evaporador 3 al precalentador 18. Ventajosamente, en el estado todo en uno, la integración del precalentador 18 con el evaporador 3 permite formar un único intercambiador de calor que permite reducir considerablemente las pérdidas de carga en el extremo del circuito de calentamiento 19.

30 El fluido de calentamiento entrante al circuito 19 puede tener una temperatura inferior a 150 °C, en particular entre 25 °C y 130 °C. La temperatura del fluido de calentamiento se adapta para permitir la evaporación del fluido de trabajo. En la salida del evaporador 3, el fluido de calentamiento tiene una temperatura inferior a la temperatura del mismo que llega desde dicho evaporador 3: este descenso de temperatura se debe a la transferencia de calor del fluido de calentamiento al fluido de trabajo. En particular, el fluido de calentamiento que entra al tercer intercambiador de calor 18 puede tener una temperatura de menos de 100 °C, en particular entre 20 °C y 90 °C.

35 El primer y tercer intercambiador de calor 3, 18 están dimensionados estructuralmente de tal forma que el fluido de trabajo en el paso de este último se mantiene en un estado de líquido saturado dentro del tercer intercambiador de calor 18 mientras que el cambio de estado del fluido de trabajo de líquido a gas tiene lugar íntegramente en el primer intercambiador de calor 3. Como se puede ver en la Figura 2, la instalación comprende ventajosamente al menos un primer sensor de temperatura 39 activo sobre el circuito de calentamiento 19 e interpuesto entre la entrada 20 y el evaporador 3. El primer sensor de temperatura 39 está configurado para generar una señal de control relacionada con la temperatura del fluido caliente que entra al evaporador 3.

40 La planta 1 puede comprender además un segundo sensor de temperatura 40 (Figura 2) activo en el circuito de calentamiento 19 e interpuesto entre la salida 21 y el precalentador 18. El segundo sensor de temperatura 40 está configurado para generar una señal de control relacionada con la temperatura del fluido caliente que sale del precalentador 18. Como se puede ver en la Figura 2, la planta 1 comprende ventajosamente un primer sensor de presión 34 activo en el circuito 2 e interpuesto entre el evaporador 3 y el expansor volumétrico 4. El primer sensor de presión 34 está configurado para generar una señal de control relacionada con la presión del fluido de trabajo que entra al expansor volumétrico 4, es decir, a la presión máxima del circuito 2.

45 Como se puede ver nuevamente en la Figura 2, la planta 1 comprende además un segundo sensor de presión 35 dispuesto aguas arriba de la bomba 13 y configurado para generar una señal de control relativa a la presión del fluido de trabajo que entra a la misma, es decir, relativa a la presión mínima del circuito.

50 Ventajosamente, la planta 1 comprende una unidad de control 33 que está conectada con el primer y segundo sensor de temperatura 39, 40 (véase las líneas de conexión "h" y "m" en la Figura 2) y con el primer y segundo sensor de presión 34, 35 (véase las líneas de conexión "c" y "d" en la Figura 2). La unidad de control 33 está configurada para recibir las señales de control de los sensores 39 y 40 y determinar la temperatura de la fuente

caliente H que entra y sale del evaporador 3 y del precalentador 18, respectivamente: de esta forma, la unidad de control 33 puede controlar la fuente caliente H y, en consecuencia, el calor suministrado a los intercambiadores de calor. Como se ha mencionado anteriormente, la unidad de control 33 también está conectada con el primer y segundo sensor de presión 34 y 35; dicha unidad 33 está configurada para recibir las señales de control de los sensores 34 y 35 para determinar la presión del fluido de trabajo que entra y sale del expansor volumétrico 4 y la bomba 13, respectivamente, es decir, la presión máxima y mínima del circuito 2. De esta forma, la unidad de control 33 puede supervisar los valores de presión del fluido de trabajo en el circuito 2.

Preferentemente, la unidad de control 33 está además configurada para comparar la presión de entrada al expansor 4 con un valor de referencia predeterminado, por ejemplo, referido a un valor de presión mínimo requerido, y determinar un estado de intervención o alarma si el valor de presión medido es inferior al valor de referencia. De hecho, la supervisión realizada por la unidad de control sirve para configurar/controlar la diferencia entre la temperatura de saturación y la temperatura de trabajo del fluido, es decir, para determinar si el fluido de trabajo está en un estado de vapor saturado o si todavía está en el cambio de fase (pasando de la fase líquida a la gaseosa). Ventajosamente, la planta 1 puede estar provista de un circuito de derivación 41 en comunicación fluida con el circuito 2 y adaptada para permitir la derivación del expansor volumétrico 4. Más en detalle, el circuito de derivación 41 está conectado aguas arriba y aguas abajo del expansor 4 y debido a la presencia de elementos de cierre 42 (válvulas de solenoide) tanto en el circuito 2 como en el circuito de derivación 41, es posible gestionar la trayectoria del fluido de trabajo y posiblemente evitar el expansor volumétrico 4.

Ventajosamente, la unidad de control 33 está conectada con los elementos de cierre 42 (véase las líneas de conexión "a" en la Figura 2): debido al control de la presión, la unidad de control 33 está configurada para determinar un posible estado de intervención (como se ha descrito anteriormente, por ejemplo, un estado en el que la presión máxima del fluido de trabajo está por debajo de un límite predeterminado) y controlar la derivación del expansor 4 hasta que la presión de circulación del fluido de trabajo exceda un nivel predeterminado: de esta forma, es posible evitar que el fluido de trabajo se introduzca en el expansor 4 a una presión demasiado baja.

La unidad de control 33 se puede conectar también ventajosamente con la bomba 13 (véase la línea de conexión "b" en la Figura 2); la unidad de control está configurada para controlar la activación de la bomba 13 y en particular gestionar su funcionamiento para controlar en consecuencia el valor de la presión máxima del fluido de trabajo. La unidad de control 33 se puede conectar también ventajosamente con el generador 12 (véase la línea de conexión "g" en la Figura 2); la unidad de control 33 está configurada para supervisar el funcionamiento del generador 12 y determinar la cantidad de energía eléctrica generada. La unidad de control 33 también está ventajosamente conectada con el condensador 16 (véase la línea de conexión "f" en la Figura 2); la unidad de control 33 está configurada para controlar la activación del condensador 16 y en particular gestionar la operación del mismo de tal forma que controle la temperatura de condensación del fluido de trabajo. Por ejemplo, la unidad de control puede estar conectada con uno o más elementos de ventilación (refrigeración) del condensador 16 y configurada para gestionar la velocidad de giro de los ventiladores; de esta forma, la unidad de control 33, a través del control de la velocidad de giro del ventilador, es capaz de ajustar la capacidad de refrigeración de los elementos de ventilación y, por lo tanto, la capacidad de condensación del condensador 16.

Otro componente adicional de la planta en la Figura 2 está representado por el depósito colector 17; este último está activo en el circuito 2 entre el condensador 16 y la bomba 13. El depósito colector 17 tiene la función de recoger y contener el fluido de trabajo en estado líquido que sale del condensador 16 de forma que se asegure el tiro de líquido de la bomba 13. En particular, el depósito 17 impide el bombeo de fluido de trabajo cargado de burbujas de aire que podrían causar un fallo en la planta 1.

### **Expansor volumétrico.**

El objeto de la presente invención es un expansor volumétrico 4 configurado para transformar la energía térmica del fluido de trabajo en energía mecánica. El expansor 4 comprende al menos una carcasa 50 que presenta al menos una entrada general 51 configurada para permitir la introducción de un fluido de trabajo en el interior de la carcasa 50 y al menos una salida general 52 configurada para permitir la expulsión del fluido de trabajo de dicha carcasa 50.

Como puede verse en las Figuras adjuntas, dentro de la carcasa 50 se aloja lo siguiente:

- al menos un pistón 6 adaptado para definir una cámara de expansión de volumen variable 7,
- al menos una parte del eje principal 11 conectado cinemáticamente al pistón 6 y configurado para moverse rotativamente alrededor de un eje principal X,
- al menos una válvula 10 configurada para abrir y cerrar selectivamente una entrada y una salida 8, 9 de la cámara de expansión 7 que permite al menos un estado de introducción del fluido de trabajo en la cámara de expansión 7, un estado de expansión del fluido de trabajo en la cámara de expansión 7, y un estado de descarga del fluido de trabajo desde dicha cámara de expansión 7,
- un miembro de transmisión 53 conectado - por un lado - a la válvula 10 y - por el otro lado - al eje principal 11. El miembro de transmisión 53 está configurado para sincronizar el estado de introducción del fluido de trabajo, el estado de expansión y los estados de descarga con el giro del eje principal 11.

La entrada general 51, a través del circuito 2, permite la introducción en la carcasa 50 de fluido de trabajo proveniente del evaporador 3 mientras que la salida general 52, de nuevo a través del circuito 2, permite la descarga del fluido de trabajo que sale de la carcasa 50 hacia el condensador 16.

5 Con mayor detalle y como se muestra por ejemplo en las Figuras 3 y 4, la carcasa 50 comprende una pared lateral que se extiende entre una primera y una segunda porción de extremo longitudinal 50a, 50b; la pared lateral se extiende en espesor entre una superficie exterior y una superficie interior. La superficie interna define una cavidad interna de la carcasa 50 que define al menos en parte una cámara de descarga del fluido de trabajo dentro de la carcasa 50 y en comunicación fluida directa con la salida 52. La salida general 52 está en comunicación fluida directa solo con la cámara de descarga de la carcasa 50. Las figuras adjuntas muestran, de forma no limitante, una superficie interior de la carcasa 50 de sección circular (véase por ejemplo la Figura 5).

15 En una realización preferida pero no limitativa de la invención, la carcasa 50 comprende un cuerpo tubular hueco que presenta una abertura pasante que se extiende entre la primera y la segunda porciones de extremo longitudinales 50a, 50b y delimitada al menos parcialmente por la superficie interior, en la primera y segunda porciones de extremo 50a, 50b, la carcasa 50 presenta respectivamente un primer y un segundo accesos.

20 Como puede verse por ejemplo en las Figuras 3 y 4, en la primera porción de extremo longitudinal 50a, la carcasa 50 comprende un elemento de cierre frontal 57 mientras que en la segunda porción de extremo 50b comprende un elemento de cierre posterior 58; los elementos de cierre 57 y 58 están configurados para cerrar - en particular de forma hermética - el primer y el segundo accesos, respectivamente, y para cooperar con la superficie interior de la carcasa para delimitar la cámara de descarga.

25 Más detalladamente, el elemento de cierre frontal 57 comprende una porción de tope 62 que hace tope en una pared frontal 50c de la carcasa 50. La porción de tope 62 está configurada para cubrir completamente el primer acceso de la carcasa 50. La porción de tope 62 tiene, a modo de ejemplo no limitante, una forma circular y se extiende a lo largo de un plano de extensión predominante. El elemento frontal 57 comprende además una porción de acoplamiento 63 unida integralmente a la porción de tope y que emerge de esta última dentro de la cavidad de la carcasa 50. La porción de acoplamiento 63 tiene también una forma circular y tiene dimensiones radiales máximas, medidas a lo largo del plano de desarrollo de la porción de tope 62, más pequeñas que las dimensiones máximas de esta última. En particular, la porción de acoplamiento 63 comprende un cilindro concéntrico a la placa circular de la porción de tope 62 y que tiene un diámetro menor que el diámetro de la porción de tope 62 (Figura 9). Incluso con mayor detalle, la porción de acoplamiento 63 está delimitada por una superficie exterior cilíndrica sustancialmente contra conformada a la superficie interior de la carcasa 50.

30 En particular, la superficie exterior de la porción de acoplamiento 63 se contra conforma al menos parcialmente y hace tope sustancialmente sobre la superficie interior de la carcasa 50; la superficie exterior se extiende desde la porción de tope 62 a lo largo de una dirección ortogonal al plano de desarrollo de esta última. Como se muestra en la Figura 9, la superficie exterior de la porción de acoplamiento 63 tiene una primera y una segunda ranuras radiales 63a, 63b extendiéndose a lo largo de todo el desarrollo del diámetro de la porción 63 y definiendo un asiento de alojamiento para un elemento de sellado, tal como una junta, configurado para cooperar con la superficie interior de la carcasa 50 para asegurar el sellado hermético a fluidos del primer acceso. Como se muestra en la Figura 9, la primera y la segunda ranuras radiales 63a, 63b están separadas entre sí a lo largo de la dirección ortogonal de la porción 63; en interposición entre dichas ranuras 63a, 63b, la superficie exterior tiene un rebaje radial 63c; el rebaje define un conducto de distribución 67 en cooperación con la superficie interior 50 (Figura 8) cuya función se describirá mejor a continuación.

40 El elemento de cierre frontal 57 está acoplado de forma reversible a la carcasa 50 de tal forma que el mismo elemento 57 se puede quitar fácilmente para permitir un rápido acceso a los elementos alojados en el interior de la carcasa 50. En particular, la porción de tope 62 del elemento 57 tiene una serie de orificios pasantes 64 configurados para permitir el paso y acoplamiento de tornillos 66 configurados para restringir los orificios roscados 65 realizados en la pared frontal 50c de la carcasa 50.

55 Como se ha descrito anteriormente, la carcasa comprende además un elemento posterior 58 configurado para cerrar herméticamente el segundo acceso de la carcasa.

60 El elemento de cierre posterior 58 comprende una porción de tope 68 respectiva (Figura 6) que hace tope sobre una pared posterior 50d de la carcasa 50. La porción de tope 68 está configurada para cubrir completamente el segundo acceso de la carcasa 50. La porción de tope 68 tiene, a modo de ejemplo no limitante, una forma circular y se extiende a lo largo de un plano de extensión predominante. El elemento trasero 58 está acoplado de forma reversible a la carcasa 50 de tal forma que el mismo elemento 58 se puede quitar fácilmente para permitir un rápido acceso a los elementos alojados dentro de la carcasa 50. En particular, la porción de tope 68 del elemento 58 tiene una serie de orificios pasantes 69 configurados para permitir el paso y acoplamiento de tornillos (Figura 4) configurados para restringir los orificios roscados 71 realizados en la pared posterior 50d de la carcasa 50.

Como se ve en la Figura 6, el elemento trasero 58 comprende un asiento pasante 72 configurado para permitir el paso del eje principal 11 que está dispuesto en parte dentro y en parte fuera de la carcasa 50.

5 Como se muestra en la Figura 5, la carcasa 50 comprende, para cada pistón 6 y en particular para cada cámara de expansión 7, al menos un primer y un segundo conducto de conexión pasante 60, 61 que se extienden desde la superficie interna de la carcasa hacia arriba en la válvula 10 asociada con el respectivo pistón 6. En particular, como se describirá mejor más adelante, el expansor 4 comprende una pluralidad de pistones 6 adaptados para definir, en cooperación con la carcasa 50, una pluralidad de cámaras de expansión 7; para cada cámara de expansión 7, la carcasa 50 comprende un primer y un segundo conductos de conexión pasantes 60, 61 en comunicación fluida con la válvula 10 asociada con la cámara 7 respectiva.

10 El primer conducto pasante 60 puede comprender un orificio circular en comunicación fluida directa con la entrada general 51: el primer conducto de conexión 60 no comunica directamente con la cámara de descarga y con la salida general 52. El primer conducto 60 está en particular en comunicación fluida directa con el conducto de distribución 67 (Figura 8) definido entre la superficie interior de la carcasa y la porción de acoplamiento 63 del elemento de cierre frontal.

15 El segundo conducto pasante 61 está separado y distanciado del primer conducto 60 y comprende un rebaje que tiene, de forma no limitante, forma rectangular. El segundo conducto está en comunicación fluida directa con la cámara de descarga: el primero y el segundo conductos pasantes 60, 61 no están en comunicación fluida directa entre sí. El primer y segundo conductos de conexión están separados entre sí por la válvula 10.

20 Como se ha descrito anteriormente, la carcasa 50 comprende la entrada y salida general 51, 52. La entrada general 51 puede estar definida sobre el elemento de cierre frontal 57 o sobre el elemento de cierre posterior 58; de forma similar, la salida general 52 puede estar definida en el elemento de cierre frontal 57 o en el elemento de cierre posterior 58. En una realización preferida pero no limitativa de la invención, la entrada y la salida generales 51, 52 están definidas en el mismo elemento de cierre. En particular, las Figuras adjuntas muestran una configuración preferida de la invención en la que la entrada y la salida generales 51, 52 están dispuestas en el elemento de cierre frontal 57.

25 Más detalladamente, la entrada general 51 comprende una porción de fijación 51a (Figura 10) que define una cavidad ciega que cruza en espesor la porción de tope 62 y al menos parte de la porción de acoplamiento 63 del elemento de cierre frontal 57. La entrada general 51 comprende además al menos un canal de distribución 51b que se comunica fluidamente con la porción de fijación 51a y emerge transversalmente desde esta última hasta la superficie exterior de la porción de acoplamiento 63. En particular, el canal de distribución 51b comienza desde el ataque de la porción de fijación 51a y termina dentro del conducto de distribución 67. De esta forma, el fluido de trabajo que entra al expansor se introduce a través de la porción de fijación 51a, llega al canal de distribución 51b, entra en el conducto distribuidor 67, llega al primero a través del conducto de conexión 60 que lleva el fluido a la válvula 10 respectiva. Las Figuras adjuntas muestran de forma no limitativa una configuración del expansor 4 que tiene cuatro pistones y cuatro válvulas; en esta configuración, la carcasa 50 comprende cuatro primeros conductos distintos 60 que están en comunicación con el conducto de distribución y configurados para llevar el fluido de trabajo desde el conducto de distribución 67 a la válvula 10 respectiva (Figura 8).

30 El fluido de trabajo que entra a la válvula 10 se envía después a la respectiva cámara de expansión 7 y se descarga en el respectivo segundo conducto pasante 61. La carcasa comprende una serie de segundos conductos 61 ya que hay válvulas 10 de expansor 4 y por lo tanto la cantidad de pistones 6. En el estado que se muestra en las Figuras adjuntas, la carcasa comprende cuatro segundos conductos 61 que comunican con la válvula 10 respectiva y directamente con la cámara de descarga. Cada segundo conducto 62 está configurado para permitir que el fluido de trabajo, que sale de la cámara de expansión y, por lo tanto, de la válvula, se envíe a la cámara de descarga de la carcasa 50. El fluido de trabajo en la cámara de trabajo está en comunicación fluida directa con la salida general 52.

35 Como puede verse en las Figuras adjuntas, la carcasa 50 comprende al menos una entrada auxiliar 59 que solo está en comunicación directa con la cámara de descarga de la carcasa 50 y, por lo tanto, a través de esta última, con la salida general 52, la entrada auxiliar 59 está configurada para permitir que el fluido de trabajo entre directamente a la carcasa 50. La entrada auxiliar 59 no está en comunicación fluida directa con la entrada general 51 sino que solo se comunica directamente con la cámara de descarga y la salida general 52. La entrada auxiliar 59 puede estar definida en el elemento de cierre frontal 57 y/o en el elemento de cierre posterior 58. En una realización preferida pero no limitativa de la invención, la entrada auxiliar 59 está dispuesta en el elemento de cierre sobre el que está dispuesta la entrada general 51, en particular, la entrada general 51 y la entrada auxiliar 59 están ambas dispuestas en el elemento de cierre frontal 57. En una realización preferida de la invención, la entrada general 51, la entrada auxiliar 59 y la salida general 52 están dispuestas en el elemento de cierre frontal 57.

40 Más detalladamente, la entrada auxiliar comprende una abertura a través del elemento de cierre frontal 57, tal como idéntica a la salida general 52. La abertura pasante de la entrada 59 cruza todo el espesor del elemento de cierre frontal 57 (pasando a través de la porción de tope y la porción de acoplamiento) sin interferir con la entrada general 51. Como se describirá mejor más adelante, la entrada auxiliar está configurada para permitir la introducción de

5 fluido de trabajo caliente en estado gaseoso directamente en la cámara de descarga: entrada auxiliar 59, la cámara de descarga y la salida general 52 definen esencialmente un circuito de derivación que permite el paso del fluido de trabajo dentro de la carcasa sin activar el movimiento del eje principal 11; de esta forma, el fluido de trabajo que pasa puede calentar cualquier fluido de trabajo condensado formado dentro de la carcasa para permitir el cambio de estado del mismo desde el estado líquido al estado gaseoso.

10 Como se ha mencionado brevemente anteriormente, el expansor comprende al menos un pistón 6 que opera dentro de la carcasa y está adaptado para definir una cámara de expansión de volumen variable 7. En particular, el expansor 4 comprende una pluralidad de pistones 6 y respectivas cámaras de expansión 7. Las figuras adjuntas muestran, de forma no limitante, un expansor 4 que comprende cuatro pistones 6; el expansor puede, sin embargo, comprender un número de pistones 6 igual o entre 3 y 12, en particular igual o entre 4 y 9.

15 Las figuras adjuntas muestran una realización preferida pero no limitativa de la invención en la que el volumen variable de cada cámara de expansión está delimitado por una coraza 5 respectiva que opera dentro de la carcasa 50, y un pistón 6 respectivo, alojados de forma deslizante en la coraza 5: la entrada 8 y la salida 9 están situadas en dicha coraza 5 que delimita un asiento 22, particularmente un asiento cilíndrico definido en la pared lateral de la carcasa 50 y dentro del cual el pistón 6 es móvil mediante un movimiento alternativo deslizante. Como se muestra, por ejemplo, en la Figura 10, el asiento 22 de la coraza 5 se extiende a lo largo de todo el espesor de la pared lateral de la carcasa 50, en particular a partir de la superficie interior de la carcasa 50 hasta la válvula 10 respectiva.

20 Las Figuras adjuntas muestran un expansor volumétrico 4 que define un expansor de cilindro radial o expansor de estrella en el que los cilindros (cámaras de expansión 7 y, en particular, corazas 5) están dispuestos de acuerdo con líneas radiales alrededor del eje principal 11. En el caso que se muestra en las figuras adjuntas, el expansor radial 4 consiste en una sola "estrella" con cuatro cilindros o corazas 5; sin embargo, el expansor 4 puede consistir en múltiples "estrellas", es decir, múltiples series independientes de cilindros (estado no mostrado en las Figuras adjuntas).

30 Como se ha mencionado anteriormente para la transmisión del movimiento del pistón 6 al eje principal 11, el expansor 4 comprende, independientemente del tipo de expansor 4 utilizado, un mecanismo de manivela 37 (tal como una biela) conectado en un extremo al pistón 6 mientras que en el extremo opuesto está limitado al eje principal 11 que está diseñado para moverse por movimiento giratorio alrededor del eje X: esta conexión permite que el pistón 6 determine el giro del eje principal 11 alrededor del eje X, y así convertir la potencia térmica del fluido de trabajo en potencia mecánica.

35 En el caso de las figuras adjuntas (expansor radial o estrella), el mecanismo de manivela 37 está completamente contenido dentro de la carcasa 50 y, en particular, alojado en la cámara de descarga. El mecanismo de manivela 37 comprende esencialmente un elemento de base 28, por ejemplo, que comprende una placa circular, articulado a una porción de acoplamiento 11a del eje principal 11, que está separado del eje de giro X del mismo eje principal 11: la porción de acoplamiento 11a comprende un pasador desplazado con respecto al eje X. El elemento base 38 está articulado a la porción de acoplamiento 11a y se puede mover por giro alrededor del eje X del eje principal 11. El elemento base 38 está configurado para girar concéntricamente alrededor de la porción de acoplamiento 11a y al mismo tiempo alrededor del eje X del eje principal 11.

45 El mecanismo de manivela 37 comprende además al menos un elemento de empuje 39, tal como una biela, conectado directamente - por un lado - al elemento base 38 y - por el otro lado - al pistón 6. El mecanismo de manivela 37 comprende un elemento de empuje para cada pistón 6. El elemento de empuje 39 está conectado al pistón y al elemento de base de forma en sí conocida. En expansores de tipo radial, una biela está fijada por un lado al elemento base 38 y el otro lado está articulado al pistón 6. En cambio, las bielas restantes están articuladas tanto al elemento de base como al pistón respectivo.

50 Como se ha descrito anteriormente, la cámara 7, en particular la coraza 5, tiene al menos una entrada 8 y una salida 9 adaptadas respectivamente para permitir la introducción y descarga del fluido de trabajo procedente del evaporador 3, en la cámara de expansión 7. El expansor volumétrico 4 está en comunicación fluida con el circuito 2 por medio de dicha entrada 8 y dicha salida 9 que están adaptadas respectivamente para permitir la introducción del fluido de trabajo en la cámara de expansión 7 y su posterior descarga.

60 Para determinar el movimiento de cada pistón 6, la circulación del fluido de trabajo que pasa desde el expansor volumétrico, en particular desde la cámara de expansión 7, debe ajustarse. Por este motivo, el expansor volumétrico 4 comprende una válvula 10 dispuesta, aunque no se limita a, fuera de la cámara de expansión 7 (que define sustancialmente la cabeza de la coraza 5) y configurado para permitir selectivamente la introducción y la descarga del fluido de trabajo hacia/desde la cámara de expansión 7. Más detalladamente, la válvula 10 está estructurada para definir condiciones operativas predeterminadas dentro de la cámara de expansión 7, tales como:

- 65
- un estado de introducción en el que permite el paso de fluido desde la entrada 8 mientras impide el paso de fluido desde la salida 9;
  - un estado de expansión en el que impide el paso de fluido tanto desde la entrada 8 como desde la salida 9 de la

cámara de expansión 7;

- un estado de descarga en el que impide el paso de fluido desde la entrada 8 mientras permite el paso de fluido desde la salida 9.

5 En base a lo anterior, se puede ver que el fluido de trabajo que sale del primer intercambiador de calor 3 o evaporador no está en comunicación fluida directa con el fluido de trabajo que sale del mismo expansor 4 puesto que hay una interrupción del flujo debido al cierre de la entrada y descarga para la definición del estado de expansión. La sucesión de los estados descritos anteriormente define un ciclo de trabajo del fluido dentro de la cámara de expansión 7. A través de la alternancia de los estados de introducción, expansión y descarga, la válvula  
10 10 permite el movimiento del pistón 6 dentro de la carcasa (deslizamiento alternativo). Desde este punto de vista, el expansor 4 define sustancialmente un motor de dos tiempos que realiza un ciclo completo de introducción y descarga en una sola revolución del eje principal.

15 Como se ha descrito anteriormente, el expansor comprende una pluralidad de cámaras de expansión y la válvula 10 respectiva; las válvulas 10, para asegurar el giro del eje principal 11, deben sincronizar el de expansión dentro de las cámaras de expansión para que estas últimas no ocurran simultáneamente (sincronización de los pistones 6). Cada válvula 10 comprende un cuerpo de válvula 24 que tiene un asiento de carcasa 25 que tiene, sin limitación, una forma sustancialmente cilíndrica. El cuerpo 24 de la válvula 10 comprende además al menos un primer y un segundo pasos 26, 27 respectivamente diseñados para poner el asiento de alojamiento 25 en comunicación fluida  
20 con la entrada 8 y la salida 9 de la cámara de expansión 7.

25 La válvula 10 comprende además al menos un cuerpo de distribución 28 configurado para restringirse de forma móvil dentro del asiento de alojamiento 25. De hecho, el cuerpo de distribución 28 tiene, aunque no se limita a, una forma al menos parcialmente conformada al asiento de alojamiento 25 (forma sustancialmente cilíndrica) y se acopla por giro dentro de este último para definir sustancialmente una válvula giratoria.

30 El cuerpo de distribución 28 comprende un canal de introducción 29 en comunicación fluida con la entrada general 51 de la carcasa 50, particularmente con el primer conducto 60 de la carcasa 50, y un canal de emisión 30 en comunicación fluida con la cámara de descarga de la carcasa 50, y por tanto con la salida general 52 de esta última. La introducción y el canal de emisión no están en comunicación fluida entre sí.

Un cuerpo 28 de este tipo comprende, en una pared lateral, al menos un primer y un segundo canales 31, 32 angularmente escalonados entre sí con respecto a un eje de giro del cuerpo de distribución 28.

35 El primer y segundo canales 31, 32 están dispuestos en el cuerpo de distribución 28 de tal forma que, en el estado de acoplamiento entre este último y el cuerpo 24 (inserción en el asiento de alojamiento 25), tales canales 31, 32 están adaptados para ponerse en comunicación fluida con el primer y segundo pasos 26 y 27. En particular y como se ve en la Figura 10, el primer canal 31 está en comunicación fluida directa con el canal de introducción 29 del cuerpo de válvula 24: el primer canal 31 comprende una abertura lateral 31a configurada para ponerse en  
40 comunicación fluida con el primer paso 26 del cuerpo de válvula 24.

45 El segundo canal 32, distinto y separado del primer canal 31, está en comunicación fluida directa con el canal de emisión 30 del cuerpo de válvula 24; el segundo canal 32 comprende al menos una abertura lateral 32a respectiva - desplazada angularmente de la abertura lateral 31a del primer canal 31 con respecto a un eje de giro Z del cuerpo de distribución - configurada para ponerse en comunicación fluida con el segundo paso 26 del cuerpo de la válvula 24. El cuerpo de distribución 28, siguiendo el giro en el interior del asiento de alojamiento 25 alrededor del eje Z del mismo, está configurado para determinar selectivamente los estados de introducción, expansión y descarga del expansor volumétrico 4.

50 Las aberturas laterales 31a, 32a - respectivamente del primer y segundo canal 31, 32 del cuerpo de válvula 24 - están configuradas para ponerse en comunicación fluida directa con la cámara de expansión por medio del primer y segundo pasos 26, 27, respectivamente.

55 Durante el estado de introducción del fluido de trabajo dentro de la cámara de expansión 7, hay un posicionamiento predeterminado del primer y segundo canal 31, 32. En particular, durante este estado, la abertura 31a del primer canal 31 está orientada hacia la entrada 8 de la cámara de expansión: con una cierta y predeterminada posición de giro del cuerpo de distribución 28, la abertura 31a se dispone delante del primer paso 26, en particular la entrada 8 (Figuras 10 y 11). En este mismo estado de introducción, la abertura lateral 32a del segundo canal 32 se enfrenta en oposición al segundo paso 27, en particular a la salida 9.

60 En el estado de descarga, por otro lado, la abertura lateral 31a está orientada hacia el lado opuesto a la cámara de expansión 7 (Figura 12), disponiéndose en oposición al primer paso 26, en particular la entrada 8. En esta misma posición del cuerpo 28, la abertura lateral 32a está orientada hacia la cámara de expansión 7 en comunicación fluida con el segundo paso 27, en particular salida 9.

65 Por lo tanto, durante el giro del cuerpo de distribución 28, la cámara de expansión 7 se pone en comunicación con el

exterior alternativamente por medio del primer y segundo canales 31 y 32, en particular de las aberturas 31a y 32a respectivas. Por lo que, el flujo de trabajo en estado gaseoso procedente del evaporador 3 puede entrar en la cámara de expansión 7, cruzando sucesivamente el asiento de alojamiento 25, el canal de introducción 29, el primer canal 31, el primer paso 26 y la entrada 8 para llegar a la cámara de expansión 7 (Figura 11).

5 En cuanto a la trayectoria de salida del fluido de trabajo desde el interior de la cámara 7 hacia el exterior, por supuesto, se puede implementar una solución similar. Desde dentro de la cámara 7, el mismo flujo de trabajo puede salir cruzando en sucesión la salida 9, el segundo paso 27, el segundo canal 32, el canal de emisión 30 para llegar al segundo conducto 61 y finalmente a la cámara de descarga.

10 La entrada general 51 de la carcasa 50 está en comunicación fluida directa únicamente con el canal de introducción 29 de la válvula 10: la entrada general 51 no comunica directamente con la cámara de descarga ni con la salida general 52 de la carcasa. La salida general 52 comunica directamente con la cámara de descarga del cuerpo 52 que está en comunicación fluida directa con el canal de emisión 30 de la válvula 10.

15 Como se ha descrito anteriormente, el expansor 4 comprende además al menos un miembro de transmisión 53 dispuesto en la carcasa 50, dentro de la cámara de descarga del fluido de trabajo, conectado - por un lado - a la válvula 10 y - por el otro lado - al eje principal 11: el miembro de transmisión 53 está configurado para sincronizar el estado de introducción del fluido de trabajo, estado de expansión y estado de descarga con el giro del eje principal 11.

20 En particular, el miembro de transmisión 53 está alojado al menos parcialmente dentro de la cavidad de la carcasa 50 y parcialmente dentro del cuerpo de la válvula 24. Más detalladamente, el miembro de transmisión 53 está restringido, en un lado, al cuerpo de distribución 28 de cada válvula y, por el otro lado, al eje principal 11. Como es visible, por ejemplo, en la Figura 10, al menos parte del miembro 53 está alojado dentro del segundo conducto 61 y recibe el fluido de trabajo que sale de la cámara de expansión (saliendo de cada cámara de expansión).

25 Incluso con mayor detalle, el miembro de transmisión 53 para cada válvula 10 del expansor 4 comprende al menos una primera rueda dentada 54 enchavetada en el cuerpo de distribución 28 de la válvula 10. El miembro de transmisión 53 comprende al menos una segunda rueda dentada 55 enchavetada en el eje principal 11 conectada a la primera rueda dentada 54 (en particular a cada rueda dentada 54). Las Figuras adjuntas muestran una realización preferida de la invención en la que el miembro de transmisión comprende - para cada primera rueda dentada 54 - al menos un miembro intermedio 56 - tal como una rueda dentada 56 - configurado para conectar la primera y la segunda ruedas dentadas 54, 55 en el movimiento.

30 En particular, cada primera rueda dentada 54 está alojada al menos parcialmente en un respectivo cuerpo de válvula 24 y al menos parcialmente en un respectivo segundo conducto 61 de la carcasa 50. En cambio, la segunda rueda dentada está alojada en la cámara de descarga mientras que cada rueda dentada 56 está alojada al menos parcialmente en la cámara de descarga y al menos parcialmente en su respectivo segundo conducto 61. El miembro de transmisión 53, en cada giro completo del eje principal 11, hace que la abertura de succión 31a gire por un período corto, comprendidos en la misma revolución completa, frente a la abertura 8 para poner la cámara 7 en comunicación permanente con el evaporador 3.

35 En un intervalo posterior en la misma giro, el cuerpo de distribución 28 cierra el acceso a la entrada 8 y pone la cámara 7 en comunicación con la salida 9.

40 En la práctica, el miembro de transmisión 53 está configurado para poner selectivamente cada cámara de expansión 7 del expansor en comunicación con el primer y segundo paso 26 y 27 para la introducción y descarga del fluido de trabajo de acuerdo con una secuencia sincronizada con el movimiento y posición de cada pistón 6: esta secuencia de apertura/cierre de la entrada 8 y de apertura/cierre de la salida 9 están controladas y comprendidas el mismo y único giro por el eje principal 11.

45 En la práctica, el miembro de transmisión está configurado para sincronizar al menos los estados de introducción y descarga del fluido de trabajo de las diferentes cámaras de expansión 7 de forma que el estado de introducción o estado de descarga, respectivamente, de una cámara de expansión 7 se compensa temporalmente con respecto a un estado de introducción o estado de descarga, respectivamente, de otra cámara de expansión 7. Por lo tanto, la introducción de un flujo de trabajo en estado gaseoso con la presión adecuada y con los métodos explicados anteriormente en la cámara de expansión 7, se obtiene un movimiento alternativo predeterminado del pistón 6 en la coraza 5; este movimiento transforma tal movimiento en un movimiento giratorio del eje 11, que se puede utilizar para impulsar un generador eléctrico 12, como se muestra en las Figuras adjuntas, consistiendo generalmente en un rotor, enchavetado en el eje principal 11 (Figura 4), y un estator, conocido per se.

50 El generador eléctrico 12 genera por lo tanto uno o más voltajes eléctricos adaptados para suministrar, a través de conexiones eléctricas apropiadas, no mostrada, los dispositivos de usuario que pueden tomar varias formas, usos y naturaleza.

65

Como se ha mencionado anteriormente, la planta 100 puede comprender una unidad de control 33; ventajosamente, dicha unidad 33 está conectada al cuerpo de distribución 28 y/o al eje principal 11 y está configurada para controlar la posición y el movimiento de este último.

## 5 Proceso para la producción de energía eléctrica

El proceso comprende una etapa de circulación del fluido de trabajo cuyo movimiento es impartido por la bomba 13. El fluido de trabajo, empujado por la bomba 13, llega al evaporador 3 que, debido a la fuente caliente H calienta el fluido de trabajo hasta su evaporación (estado visible en los esquemas de la Figura 1).

10 El salto de presión impuesto por la bomba 13 es sustancialmente el salto requerido por el ciclo en función de los estados de trabajo. En otras palabras, la bomba 13 es alimentada por el fluido en estado líquido a la presión de condensación a menos que se enfríe demasiado. La presión de salida depende de la presión de evaporación que es igual a la presión de evaporación del fluido de trabajo o a la temperatura de la fuente caliente a menos que se sobrecaliente. El caudal máxico del fluido de trabajo depende de la potencia térmica disponible y del sobrecalentamiento impuesto.

20 El proceso puede comprender etapas de calentamiento de fluido adicionales antes de las etapas de evaporación. En particular, el proceso puede comprender una etapa de recuperación de calor por medio del economizador 36: esta etapa permite calentar el fluido de trabajo de la bomba por medio del fluido de trabajo del expansor.

25 El proceso puede comprender además una etapa de precalentamiento del fluido de trabajo que sale del economizador 36 por medio del tercer intercambiador de calor 18. La etapa de precalentamiento permite calentar el fluido de trabajo sin provocar la evaporación de este último. El calor para el precalentamiento se toma de la fuente caliente H que sale del evaporador 3. Para optimizar correctamente el proceso, el evaporador 3 y el precalentador 18 pueden dimensionarse de modo que puedan operar respectivamente en intercambio de calor entre fluido/gas y fluido/fluido.

30 Después del proceso de evaporación, el fluido de trabajo en estado gaseoso alcanza el expansor volumétrico 4: el fluido de trabajo atraviesa sucesivamente el asiento de alojamiento 25 de la válvula 10, el canal de entrada 29, el primer canal 31, la abertura 31a, el primer paso 26, la entrada 8 hasta entrar en la cámara de expansión 7: estas etapas determinan el estado de introducción del fluido de trabajo.

35 Después de la etapa de introducción, el expansor determina el paso de expansión (entrada 8 y salida 9 están cerradas y consecuente expansión del fluido) debido a su mayor presión. Como resultado de esta expansión, se insta al pistón 6 a moverse en movimiento alternativo (expansor alternativo) o movimiento giratorio (expansor giratorio), de forma per se conocida, poniendo así en giro el eje principal 11 y finalmente acciona dicho generador eléctrico 12.

40 Después, el flujo de gas se expulsa de la cámara de expansión 7 a través de la salida 9, el segundo paso 27, la abertura 32a, el canal de emisión 30 hasta la salida del cuerpo 24 de la válvula 10 y luego la salida general 52 de la carcasa 50.

45 Desde aquí, el propio circuito 2 transporta el fluido de trabajo al condensador 16 en el que dicho fluido se condensa y se envía al depósito colector 17.

50 El depósito 17 está en comunicación fluida con la bomba 13 que toma directamente de dicho depósito para hacer circular el fluido de trabajo de vuelta al circuito. Más detalladamente, el depósito colector 17 está interpuesto entre el condensador 16 y la bomba 13 y permite la acumulación de fluido de trabajo en estado líquido: en este estado, el depósito 17 asegura el tiro de líquido para su bombeo, evitando la corriente de aire de cualquier burbuja de aire, asegurando así un suministro continuo de líquido.

### Proceso de arranque del expansor volumétrico.

55 Un objetivo de la presente invención es también un proceso de arranque de un expansor volumétrico 4 de acuerdo con una o más de las reivindicaciones adjuntas y/o de acuerdo con la descripción anterior.

60 El proceso comprende un paso de introducir fluido de trabajo en estado gaseoso en la cámara de descarga de la carcasa 50 a través de la entrada adicional 59. El fluido de trabajo introducido por la entrada auxiliar 59 tiene una temperatura inferior a 150 °C, en particular, de entre 25 °C y 100 °C; el fluido de trabajo en estado gaseoso se introduce a presión en la cámara de descarga a través de la entrada adicional 59 a una presión comprendida entre 4 bares y 30 bares, en particular entre 4 bares y 25 bares, incluso más en particular entre 7 bares y 25 bares. Durante esta etapa de introducción, el fluido de trabajo entra en la cámara de descarga y sale por la salida general 52. Durante esta etapa de introducción, el fluido de trabajo no llega a la entrada general 51: durante esta etapa de  
65 introducción, no hay introducción de fluido de trabajo adicional a través de la entrada general 51.

El paso de fluido caliente permite calentar al menos parcialmente el miembro de transmisión 53, el pistón 6, la carcasa 50, la válvula 10 y el mecanismo de manivela 37.

5 El etapa de introducción permite calentar, por el fluido de trabajo en estado gaseoso introducido a través de la entrada adicional 59, cualquier fluido de trabajo en estado líquido presente en el expansor para permitir, para al menos una parte de dicho fluido de trabajo en estado líquido, para pasar del estado líquido al gaseoso.

10 Al final de la etapa de introducción, el proceso implica una etapa de introducir el fluido de trabajo en estado gaseoso solo a través de la entrada general 51 para determinar un estado de arranque del expansor volumétrico 4.

### 10 **Ventajas de la invención**

15 La presente invención permite obtener ventajas significativas sobre las soluciones de la técnica anterior. El expansor volumétrico 4 como se ha descrito anteriormente comprende al menos un pistón 6, una válvula 10, miembros de transmisión 53 y un mecanismo de manivela 37 todos dispuestos en la carcasa 50: el expansor 4 tiene una estructura simple y compacta que facilita la instalación del mismo en la planta 100. Debido a que la carcasa 50 aloja una porción del eje impulsor 11, los pistones 6, los miembros de transmisión 53, las válvulas 10 y el mecanismo de manivela 37 - es posible (debiendo realizar cualquier intervención) desmontar todo el grupo (expansor 4) e instalar uno nuevo con pocas operaciones. También debe notarse que la presencia de los miembros de transmisión 53 dentro de la carcasa 50 - y en particular al menos parcialmente dentro de la cámara de descarga - permite la lubricación automática de tales miembros 53 durante la operación del expansor 4 (es decir, durante el estado de operación en la que el eje principal 11 se mueve en giro). De hecho, el fluido de trabajo que sale de la válvula 10 choca contra los miembros de transmisión 53 y entra en la cámara de descarga. De esta forma, el expansor 4 no requiere sistemas de lubricación adicionales para las partes móviles. También debe señalarse que el mecanismo de manivela 37 funciona también dentro de la cámara de descarga y es afectado por el fluido de trabajo del expansor. La estructura del expansor 4 objeto de la presente invención asegura así la lubricación automática y eficiente de todos los componentes del interior de la carcasa 50.

30 La invención permite, por tanto, un fácil montaje y desmontaje de todo el expansor 4 como una sola pieza y se consigue una óptima lubricación de todas las partes móviles.

35 También se debe tener en cuenta que la presencia de una entrada adicional 59 permite llevar rápidamente cuánto fluido de trabajo presurizado dentro de la carcasa 50 también en condiciones de expansor estacionario, es decir, con el giro del eje principal 11 excluido y sin dejar que el fluido de trabajo entre en la cámara de expansión 7.

40 La entrada adicional 59 permite introducir directamente en la cámara de descarga el fluido de trabajo en estado gaseoso: el fluido purga y al mismo tiempo calienta todos los componentes internos del expansor para permitir el paso al estado gaseoso de cualquier condensado líquido en el expansor 4 que puede formarse en condiciones de expansor estacionario.

45 Puesto que el fluido de trabajo entrante está caliente, bajo presión y en estado gaseoso, hay una transferencia de energía eficiente mucho mayor que un calentamiento extemporáneo desde el exterior: al mismo tiempo, se mantiene el efecto de purga mecánica de cualquier fase líquida por el fluido entrante. También cabe señalar que la entrada auxiliar 59 permite utilizar la energía térmica disponible del fluido de trabajo sin consumo de energía eléctrica; de hecho, debido a la presencia de la entrada 59, se puede evitar el consumo de energía eléctrica para calentar el expansor y así se pueden mantener altos los rendimientos de toda la planta 100 (no hay consumo de energía eléctrica que se sustraiga de la energía eléctrica producida por la planta 100).

50 La invención permite llevar a cabo operaciones de rearranque facilitadas del expansor 4 después de cualquier estado de tiempo de inactividad puesto que todas las partes móviles están en una sola carcasa casi hermética 50 que se puede calentar de forma eficaz introduciendo fluido caliente en su interior.

## REIVINDICACIONES

1. Expansor volumétrico (4) para una planta de ciclo cerrado, particularmente un ciclo de Rankine, comprendiendo dicho expansor volumétrico (4):

- 5
- al menos una carcasa (50) que presenta al menos una entrada general (51) configurada para permitir la introducción de un fluido de trabajo en el interior de la carcasa (50) y al menos una salida general (52) configurada para permitir la expulsión del fluido de trabajo de dicha carcasa (50),
  - 10 ➤ un pistón (6) alojado en dicha carcasa (50) y adaptado para definir una cámara de expansión de volumen variable (7),
  - un eje principal (11) conectado cinemáticamente al pistón (6) y configurado para moverse giratoriamente alrededor de un eje principal (X),
  - al menos una válvula (10) asociada a la carcasa (50) configurada para abrir y cerrar selectivamente una entrada y una salida (8, 9) de dicha cámara de expansión (7) permitiendo al menos:
  - 15
    - un estado en el que el fluido de trabajo se introduce en la cámara de expansión (7),
    - un estado en el que el fluido de trabajo se expande en la cámara de expansión (7), y
    - un estado en el que el fluido de trabajo se descarga de dicha cámara de expansión (7),

20 en donde la carcasa (50) define en su interior una cámara de descarga en comunicación fluida directa con la salida general (52), estando la cámara de descarga configurada además para ponerse en comunicación fluida directa con la salida (9) de la cámara de expansión (7) durante el estado de descargar el fluido de trabajo de la propia cámara de expansión (7),

25 **caracterizado por que** la carcasa (50) comprende al menos una entrada auxiliar (59) que solo está en comunicación directa con la cámara de descarga de la carcasa (50) y, por lo tanto, a través de esta última, con la salida general (52), estando la entrada auxiliar (59) configurada para permitir que el fluido de trabajo entre directamente en la carcasa (50).

30 2. Expansor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la entrada auxiliar (59) no está en comunicación fluida directa con la entrada general (51), estando dicha entrada auxiliar (59) configurada para permitir introducir directamente y hacer circular después el fluido de trabajo en estado gaseoso en la cámara de descarga dentro de la carcasa (50).

35 3. Expansor de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde la carcasa (50) comprende:

- una pared lateral que se extiende entre una primera y una segunda porciones de extremo longitudinales (50a, 50b), extendiéndose dicha pared lateral en espesor entre una superficie exterior y una superficie interior, delimitando dicha superficie interior una cavidad interior de la carcasa (50) que define al menos parte de la cámara de descarga dispuesta dentro de la propia carcasa (50),
- 40 ➤ en la primera porción de extremo longitudinal (50a), un elemento de cierre frontal (57),
- en la segunda porción de extremo longitudinal (50b), un elemento de cierre posterior (58),
- en donde la entrada general (51) de la carcasa (50) está definida sobre el elemento de cierre frontal (57) o sobre el elemento de cierre posterior (58), y en donde la salida general (52) de la carcasa (50) está definida sobre el elemento de cierre frontal (57) o en el elemento de cierre posterior (58),
- 45 y en donde la entrada auxiliar (59) está definida en el elemento de cierre frontal (57) o en el elemento de cierre posterior (58),
- opcionalmente en donde la superficie interior de la pared lateral de la carcasa (50), con dichos elementos de cierre frontal y posterior, delimita la cavidad interior de la propia carcasa (50).

50 4. Expansor de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la entrada general (51) y la entrada auxiliar (59) están dispuestas ambas en el elemento de cierre frontal (57) o ambas en el elemento de cierre posterior (58) de la carcasa (50),

55 particularmente la entrada general (51) y la salida general (52) de la carcasa (50) están ambas definidas en el elemento de cierre frontal (57) o en el elemento de cierre posterior (58) de la carcasa (50),

opcionalmente en donde la entrada general (51), la salida general (52) y la entrada auxiliar (59) están definidas en el elemento de cierre frontal (57).

60 5. Expansor de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en donde la carcasa (50) comprende un cuerpo tubular hueco que presenta una abertura pasante que se extiende entre la primera y la segunda porciones de extremo longitudinales (50a, 50b) y delimitada al menos parcialmente por la superficie interior, en la primera y la segunda porciones de extremo longitudinales (50a, 50b), la carcasa (50) presenta respectivamente un primer y un segundo accesos,

65 estando el elemento de cierre frontal (57) acoplado en el primer acceso y estando configurado para definir, cooperativamente con la superficie interior de la propia carcasa (50), un cierre hermético a fluidos.

6. Expansor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde la carcasa (50) comprende al menos un primer y un segundo conductos de conexión pasantes (60, 61) que se extienden entre la superficie interior y la superficie interior de la carcasa,

5 estando la válvula (10) acoplada en la superficie exterior de la carcasa (50) y estando en comunicación fluida con el primer y el segundo conductos de conexión pasantes (60, 61),  
 en donde el primer conducto de conexión (60) está en comunicación fluida directa con la entrada general (51), el primer conducto de conexión (60) no comunica directamente con la cámara de descarga ni con la salida general (52),  
 10 en donde el segundo conducto de conexión pasante (61) está en comunicación fluida directa con la cámara de descarga,  
 opcionalmente en donde el primer y el segundo conductos pasantes (60, 61) no están en comunicación fluida directa entre sí.

7. Expansor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en donde el elemento de cierre frontal (57) comprende:

- una porción de tope (62) que hace tope sobre una pared frontal (50c) de la carcasa (50), estando dicha porción de tope (62) configurada para cubrir completamente el primer acceso de la carcasa (50),
- una porción de acoplamiento (63) que emerge de la porción de tope (62) dentro de la cavidad de la carcasa (50) y delimitada por una superficie exterior conformada de forma contraria a la superficie interior de la carcasa (50),

en donde la entrada general (51) - definida en el elemento de cierre frontal (57) - comprende:

- una porción de fijación (51a) que define una cavidad ciega que cruza el espesor de la porción de tope (62) y al menos una parte del de la porción de acoplamiento (63) del elemento de cierre frontal (57),
- al menos un canal de distribución (51b) que se comunica fluidamente con la porción de fijación (51a) y emerge transversalmente desde esta última hasta la superficie exterior de la porción de acoplamiento (63),  
 30 opcionalmente en donde el canal de distribución (51b) comunica fluidamente con el primer conducto pasante (60) de la carcasa (50).

8. Expansor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores de 1 a 7, en donde la válvula (10) comprende:

➤ un cuerpo de válvula interiormente hueco (24) que presenta:

- un asiento de alojamiento (25), que tiene, por ejemplo, una forma sustancialmente cilíndrica que se desarrolla dentro del cuerpo de la válvula,
- al menos un primer y un segundo pasos (26, 27) configurados respectivamente para ser puestos en comunicación fluida con la entrada (8) y la salida (9) de la cámara de expansión (7),

➤ al menos un cuerpo de distribución (28) acoplado rotativamente dentro del asiento de alojamiento (25) del cuerpo de la válvula, y que comprende:

- al menos un canal de introducción (29) que comunica fluidamente con la entrada general (51) de la carcasa (50),
- al menos un canal de emisión (30) que comunica fluidamente con la cámara de descarga de la carcasa (50) y por tanto con la salida general (52) de esta última,
- al menos un primer canal (31) que comunica de manera fluida directamente con el canal de introducción (29), comprendiendo el primer canal (31) al menos una abertura lateral (31a) configurada para ser puesta en comunicación fluida con el primer paso (26) del cuerpo de válvula (24),
- al menos un segundo canal (32), distinta y separada del primer canal (31), comunicándose de manera fluida directamente con el canal de emisión (30), comprendiendo el segundo canal (32) al menos una abertura lateral (32a) respectiva - desplazada angularmente de la abertura lateral (31a) del primer canal (31) con respecto a un eje de giro (Z) del cuerpo de distribución - configurada para ponerse en comunicación fluida con el segundo paso (26) del cuerpo de válvula (24),

el cuerpo de distribución (28), siguiendo el giro en el interior del asiento de alojamiento (25) alrededor del eje (Z) del mismo, configurándose para determinar selectivamente los estados de introducción, expansión y descarga del expansor volumétrico (4), en donde la entrada general (51) de la carcasa (50) está en comunicación fluida directa únicamente con el canal de introducción (29) de la válvula (10), la entrada general (51) no comunica directamente con la cámara de descarga ni con la salida general (52) de la carcasa, y  
 en donde la salida general (52) comunica directamente con la cámara de descarga de la carcasa (50) que está en comunicación fluida directa con el canal de emisión (30) de la válvula (10),

opcionalmente en donde:

- 5 > el volumen variable de cada cámara de expansión está delimitado por una respectiva coraza (5) que opera dentro de la carcasa (50), y por dicho pistón (6) alojado de manera que puede deslizarse en dicha coraza, estando dichas entrada (8) y salida (9) colocadas sobre dicha coraza que delimita un asiento (22), particularmente un asiento cilíndrico definido en la pared lateral de la carcasa (50) y dentro del cual el pistón (6) se puede mover mediante un movimiento alternativo deslizante,
- 10 > el asiento (22) de la coraza (5) se extiende por todo el espesor de la pared lateral de la carcasa (50) para definir una cavidad que atraviesa el espesor de dicha pared lateral,
- > la válvula (10) está dispuesta en la coraza (5) de forma que las aberturas laterales (31a, 32a) - respectivamente del primer y del segundo canales (31, 32) del cuerpo de válvula (24) - hacen tope y están en comunicación fluida directa con la cavidad pasante definida por el asiento (22) de la coraza (5).

15 9. Expansor de acuerdo con la reivindicación 8 en combinación con las reivindicaciones 6 o 7, en donde el canal de introducción (29) de la válvula (10) está en comunicación fluida directa con el primer conducto de conexión pasante (60) de la carcasa (50), estando el canal de emisión (30) de la válvula (10) en comunicación fluida directa con la segunda a través del conducto de conexión (61) de la carcasa (50).

20 10. Expansor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el eje principal (11) está alojado al menos parcialmente dentro de la carcasa (50),

25 comprendiendo además el expansor volumétrico (4) al menos un miembro de transmisión (53) conectado - por un lado - a la válvula (10) y - por el otro lado - al eje principal (11), estando dicho miembro de transmisión (53) configurado para sincronizar los estados de introducción, expansión y descarga del fluido de trabajo de la cámara de expansión (7) con el giro del eje principal (11), en donde el miembro de transmisión (53) está dispuesto en la carcasa (50) dentro de la cámara de descarga del fluido de trabajo, y

30 en donde el miembro de transmisión (53) está dispuesto al menos parcialmente dentro de la cavidad de la carcasa (50) entre la primera y segunda porciones de extremo longitudinales (50a, 50b), opcionalmente en donde el miembro de transmisión (53) está dispuesto al menos parcialmente dentro del cuerpo de la válvula (24) y está directamente acoplado al cuerpo de distribución (28) de la válvula (10), comprendiendo el miembro de transmisión (53):

- 35 > al menos una primera rueda dentada (54) acoplada al cuerpo de distribución (28) de la válvula (10),
- > al menos una segunda rueda dentada (55) montada en el eje principal (11),
- > al menos un miembro intermedio (56), por ejemplo, una rueda dentada (56), configurado para conectar de forma móvil la primera y la segunda ruedas dentadas (54, 55).

40 11. Expansor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un mecanismo de manivela (37) restringido, en un lado, al pistón (6) y, por el otro lado, restringido al eje principal (11), estando dicho mecanismo de manivela (37) configurado para poner en giro el eje principal (11) alrededor del eje (X) cuando el pistón (6) se desliza, en donde al menos parte del eje principal (11) y todo el mecanismo de manivela (37) están situados en la cámara de descarga de la carcasa (50).

45

12. Proceso de arranque del expansor volumétrico (4) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicho proceso al menos las siguientes etapas:

- 50 > introducir un fluido de trabajo en estado gaseoso en la cámara de descarga de la carcasa (50) a través de la entrada adicional (59) para calentar al menos parcialmente la carcasa (50) y la válvula (10),
  - > terminar la etapa de introducir el fluido de trabajo en estado gaseoso a través de la entrada adicional (59) y comenzar a introducir el fluido de trabajo en estado gaseoso a través de la entrada general (52) del cuerpo para determinar un estado de arranque del expansor volumétrico (4 ),
- 55

opcionalmente en donde el proceso comprende calentamiento, por el fluido de trabajo en estado gaseoso introducido a través de la entrada adicional (59), de cualquier fluido de trabajo en estado líquido presente en el expansor para permitir, para al menos una parte de dicho fluido de trabajo en estado líquido, pasar del estado líquido al gaseoso.

60 13. Proceso de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la etapa de introducir el fluido de trabajo en estado gaseoso a través de la entrada adicional (59) permite calentar al menos parcialmente el miembro de transmisión (53), el pistón (6), la carcasa (50), la válvula (10) y el mecanismo de manivela (37).

65 14. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 12 o 13, en donde el fluido de trabajo en estado gaseoso introducido en la cámara de descarga a través de la entrada adicional (59) presenta una temperatura inferior a 150

## ES 2 906 880 T3

°C, particularmente comprendida entre 25 °C y 100 °C, en donde el fluido de trabajo en estado gaseoso se introduce a presión en la cámara de descarga a través de la entrada adicional 59 a una presión comprendida entre 4 bares y 30 bares, en particular entre 4 bares y 25 bares, aún más en particular entre 7 bares y 25 bares.

5 15. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en donde el fluido de trabajo comprende al menos un fluido de tipo orgánico, opcionalmente el fluido orgánico del fluido de trabajo está presente en un porcentaje comprendido entre el 90 % y el 99 %, particularmente entre el 95 % y el 99 %, aún más particularmente alrededor del 98 %,

10 opcionalmente en donde el fluido orgánico comprende al menos uno seleccionado del grupo de los siguientes fluidos: R134A, 245FA, R1234FY, R1234FZ, opcionalmente en donde el fluido orgánico comprende uno o más hidrocarburos, preferiblemente hidrocarburos halogenados,

15 opcionalmente en donde el fluido orgánico comprende hidrocarburo fluorado, exhibiendo dicho fluido de trabajo:

- una temperatura de fusión comprendida entre -110 °C y -95 °C a la presión atmosférica;
- una temperatura de ebullición comprendida entre -30 °C y -20 °C a la presión atmosférica;
- una densidad comprendida entre 1,15 g/cm<sup>3</sup> y 1,25 g/cm<sup>3</sup> a una temperatura de 25 °C;
- una presión de vapor comprendida entre 600000 y 700000 Pa a una temperatura de 25 °C.

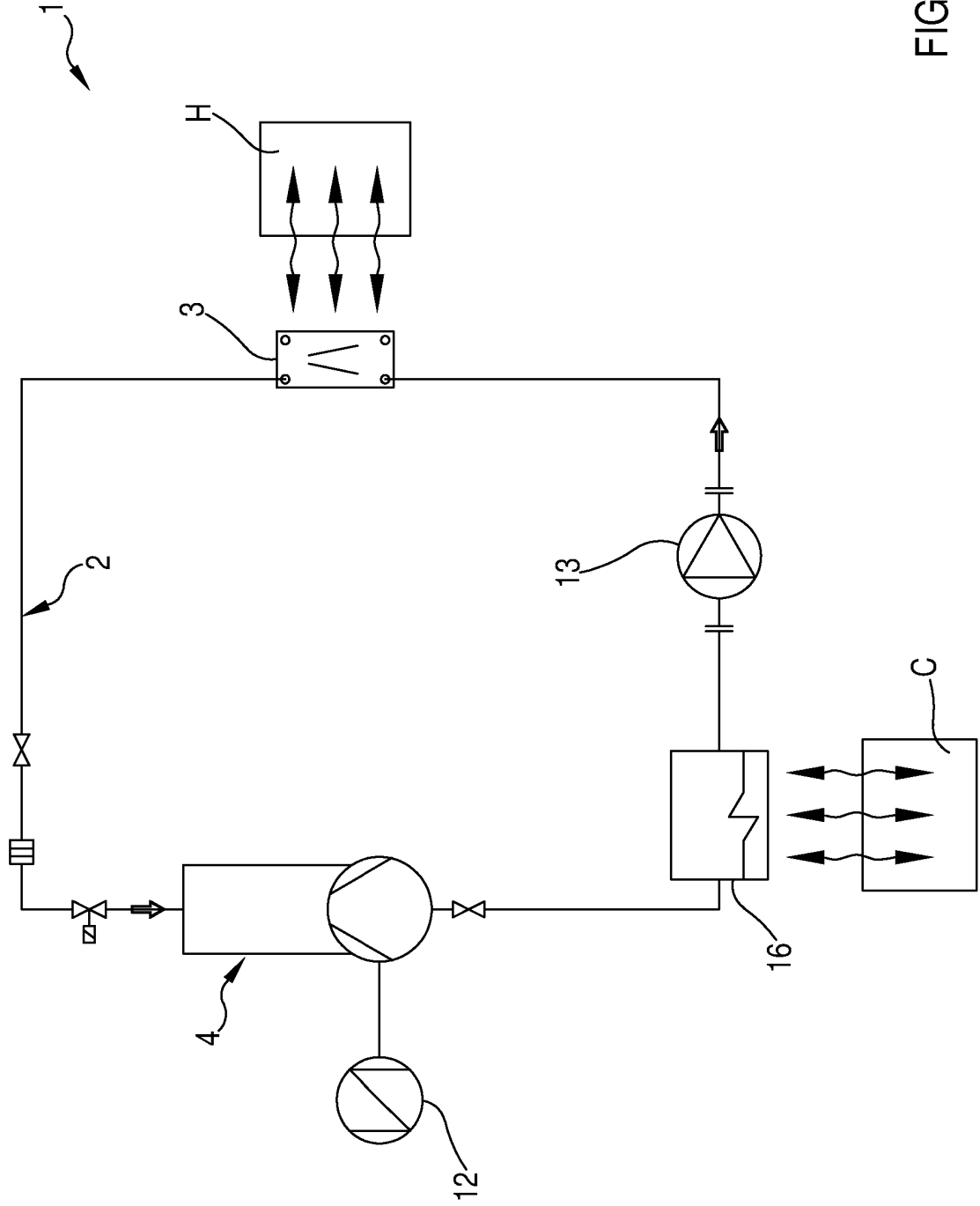


FIG.1

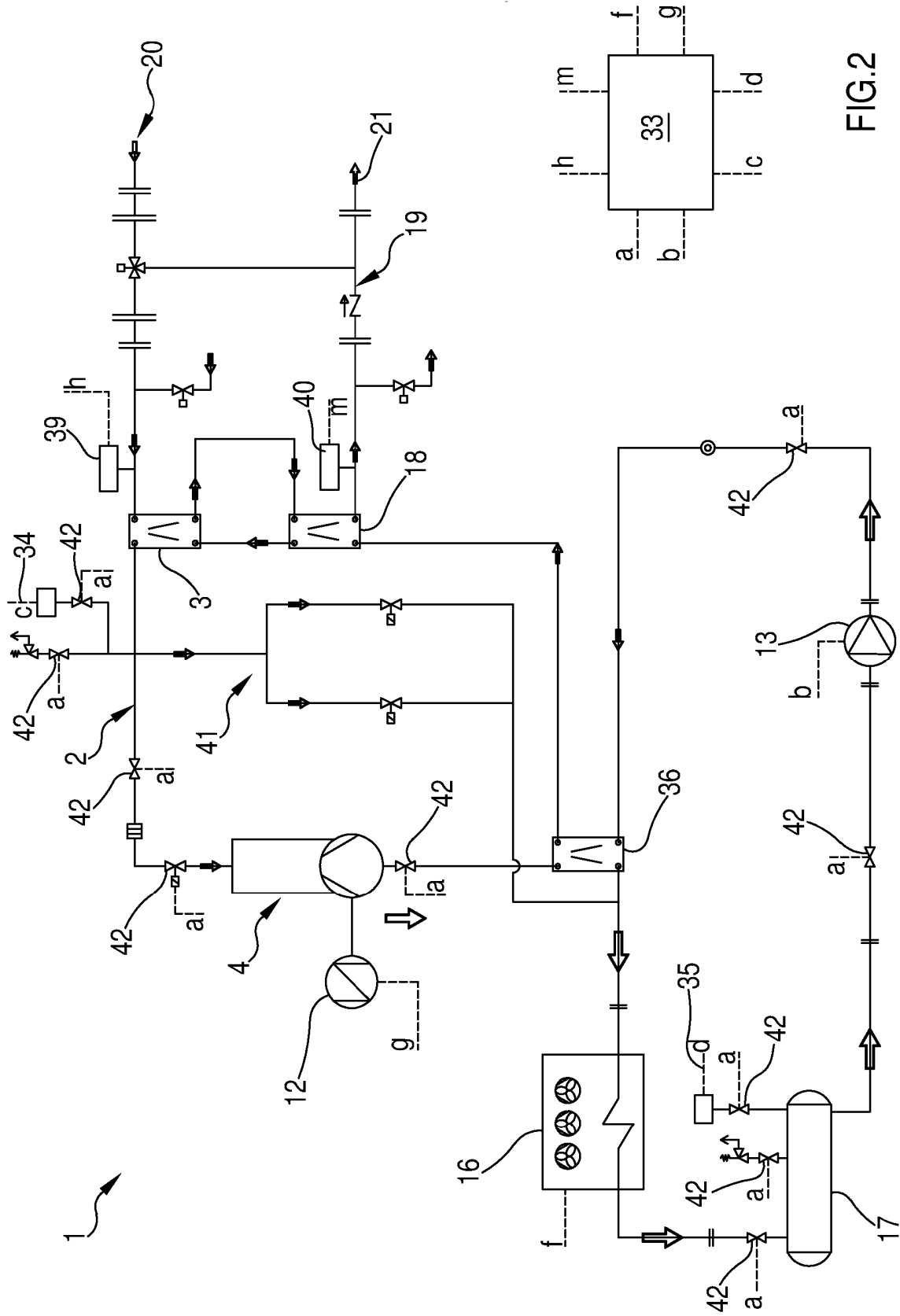


FIG.2

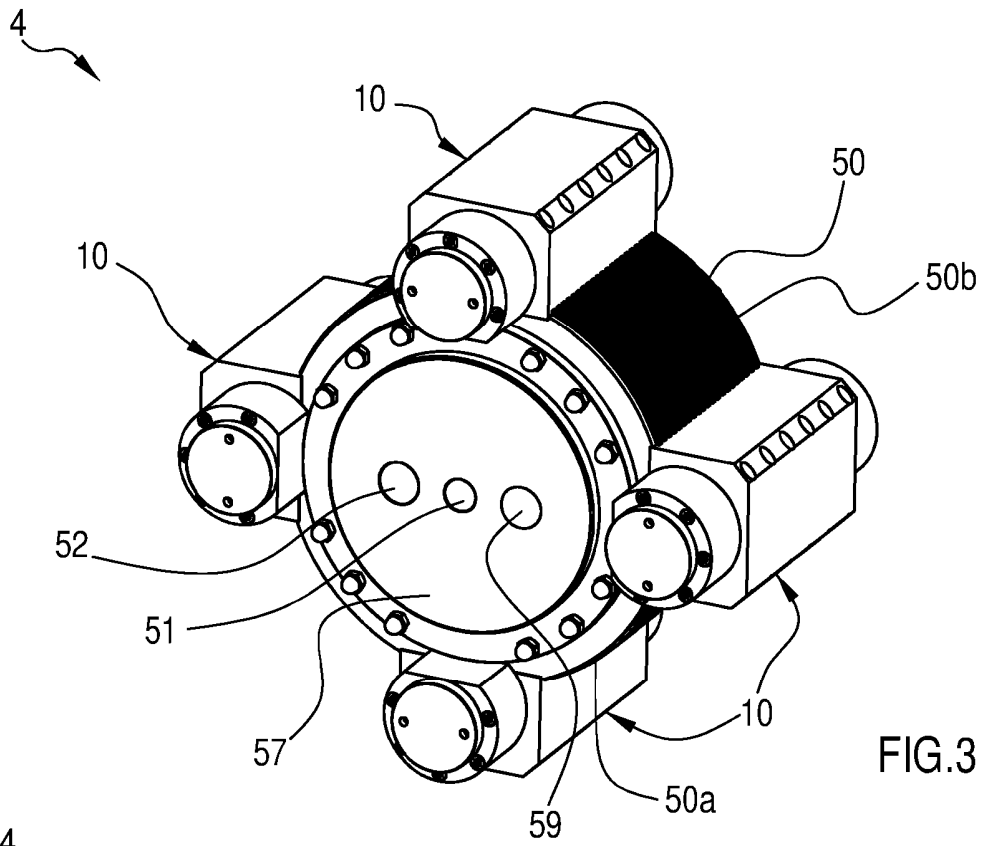


FIG.3

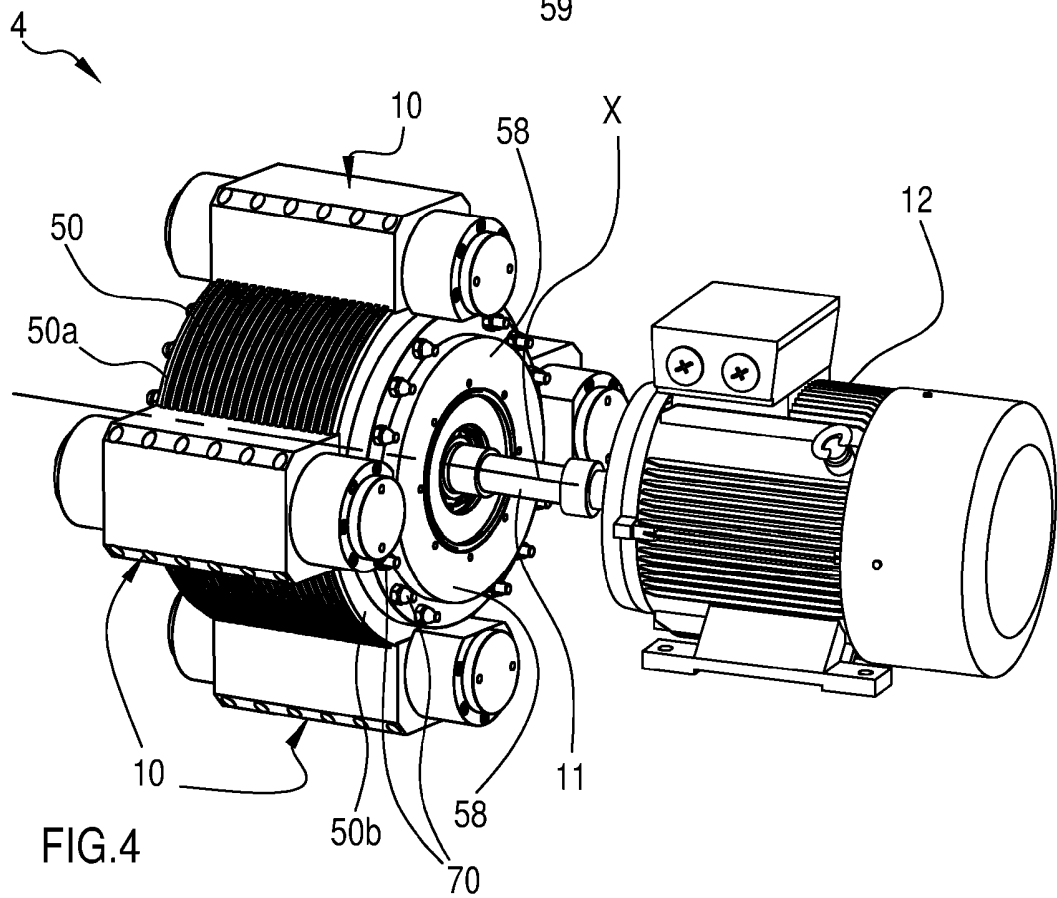


FIG.4

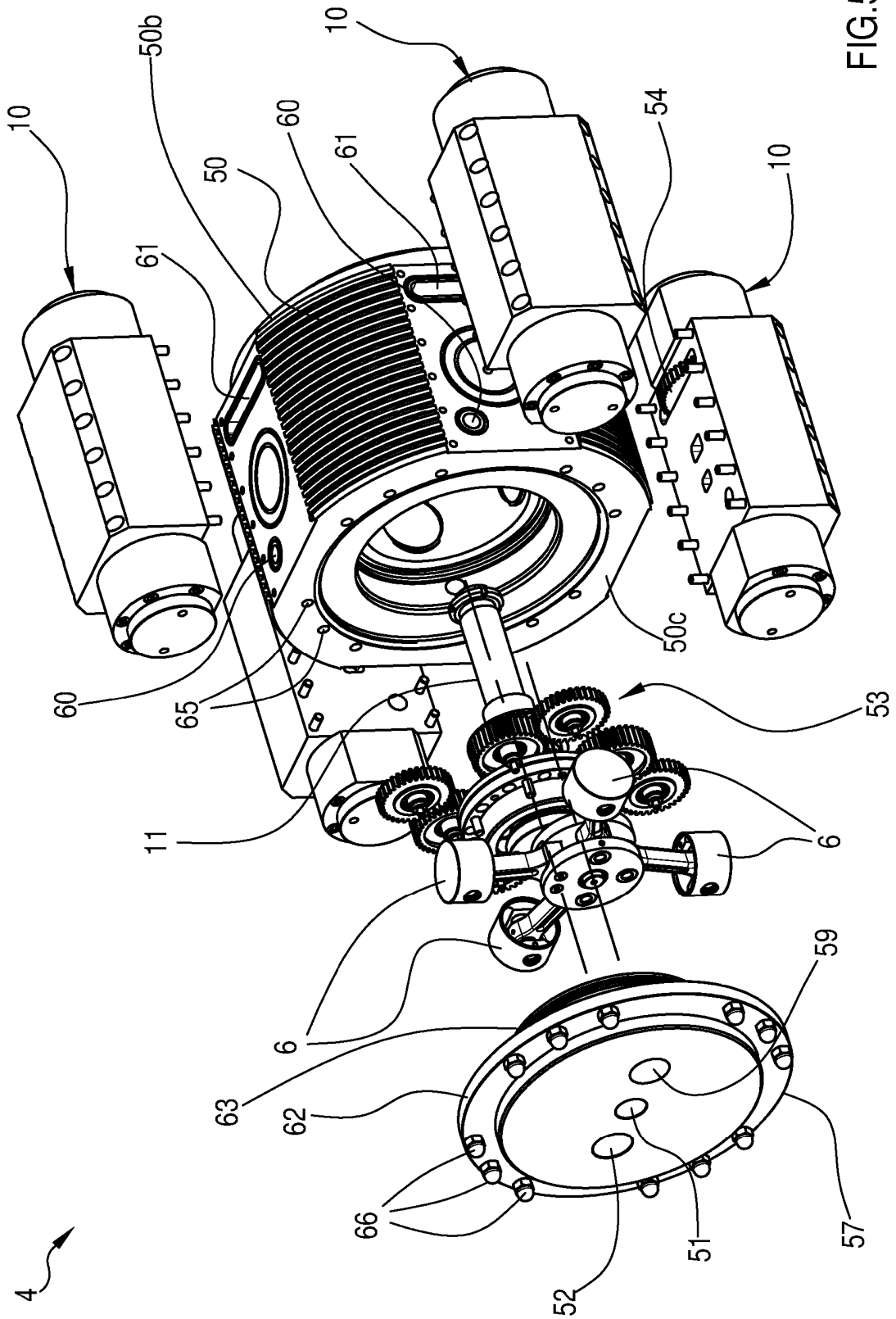


FIG.5

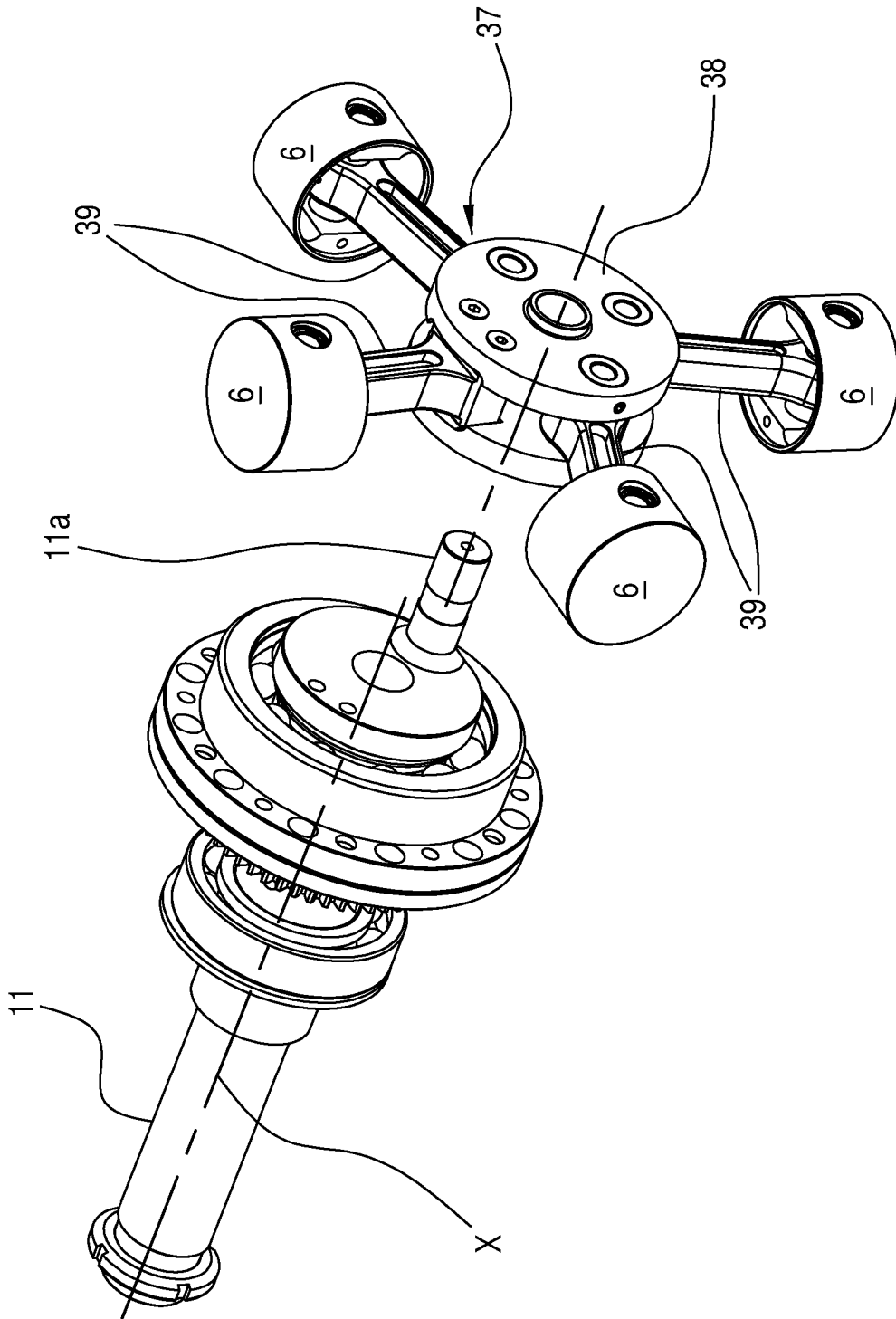


FIG.5A

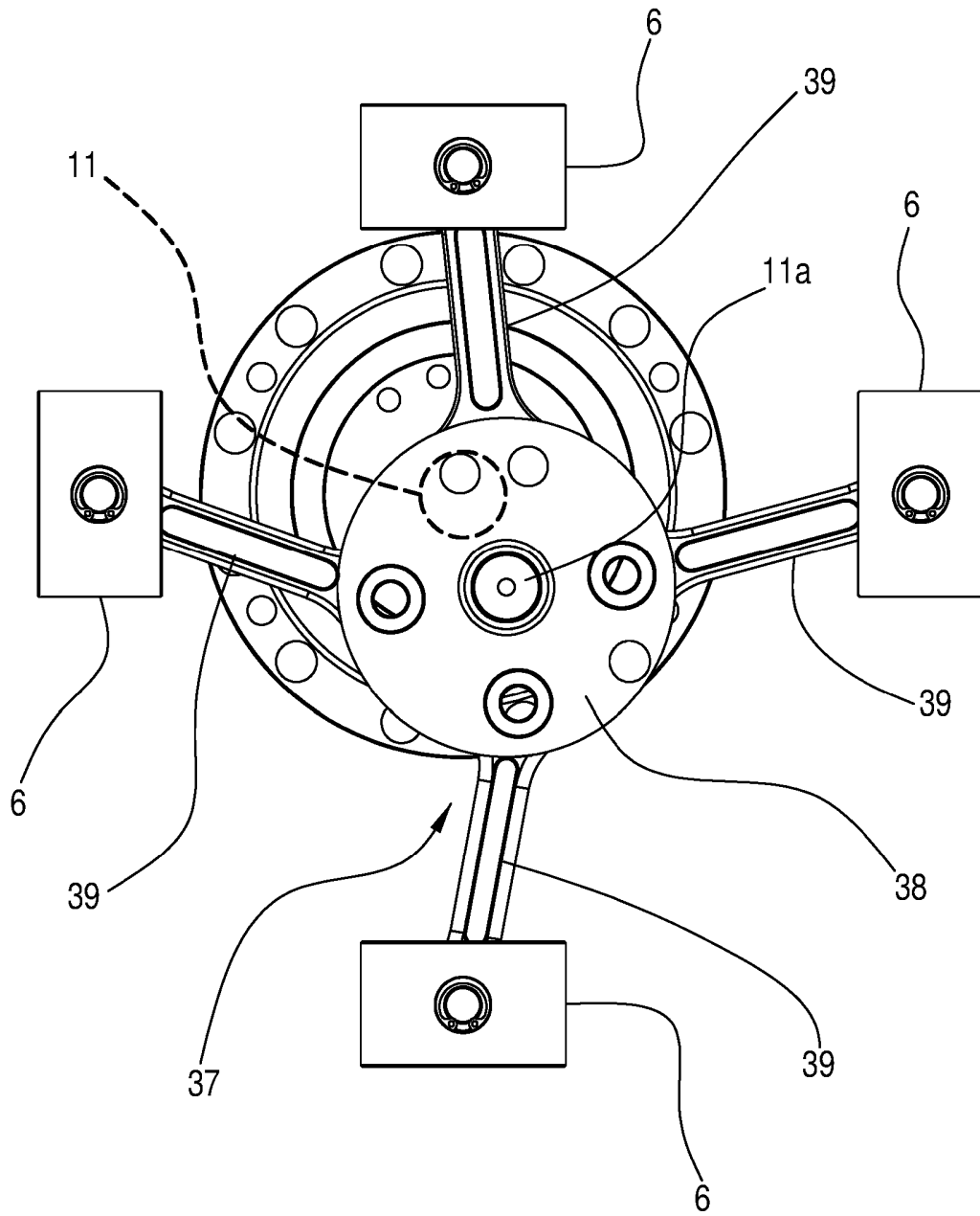
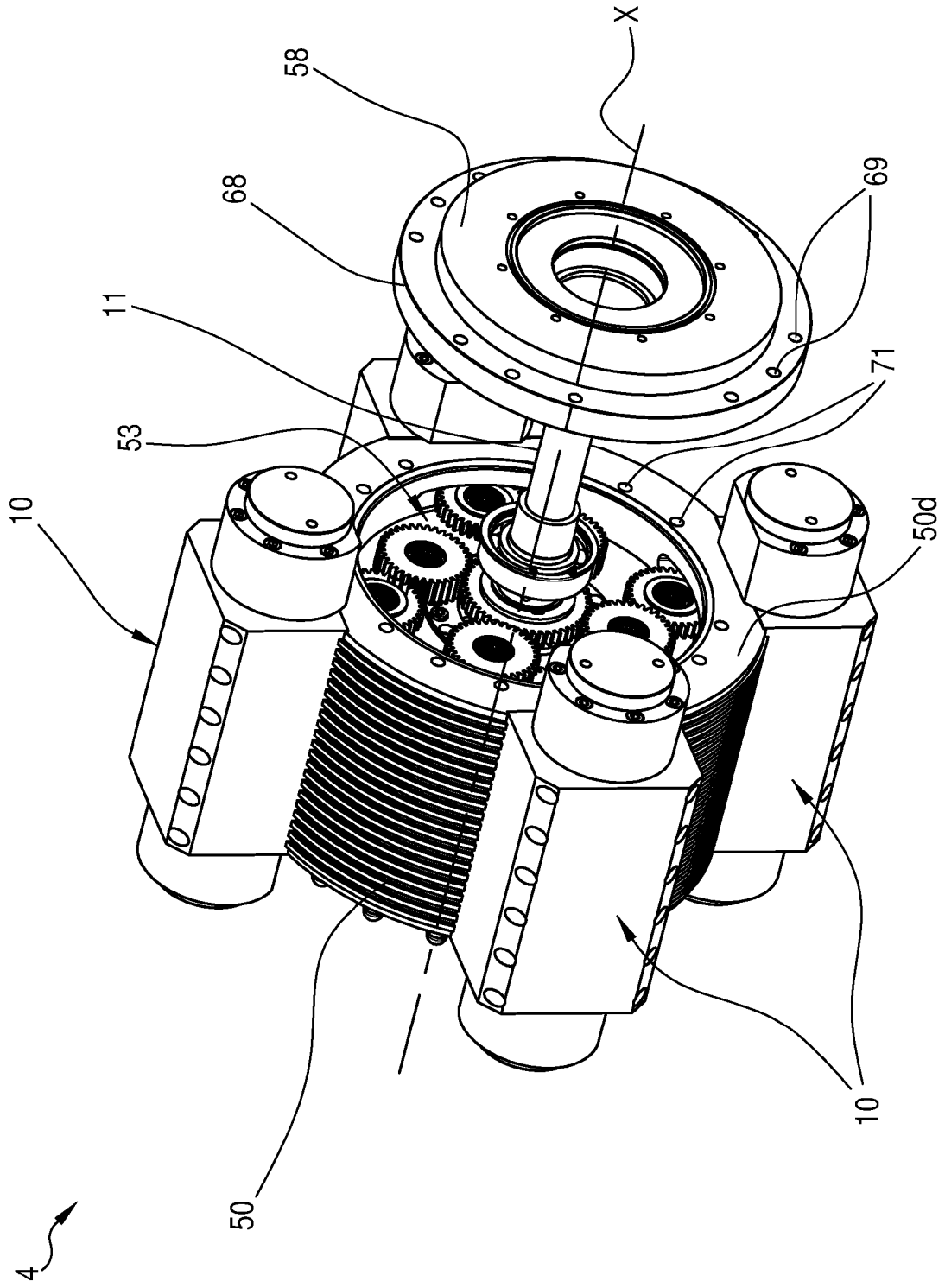
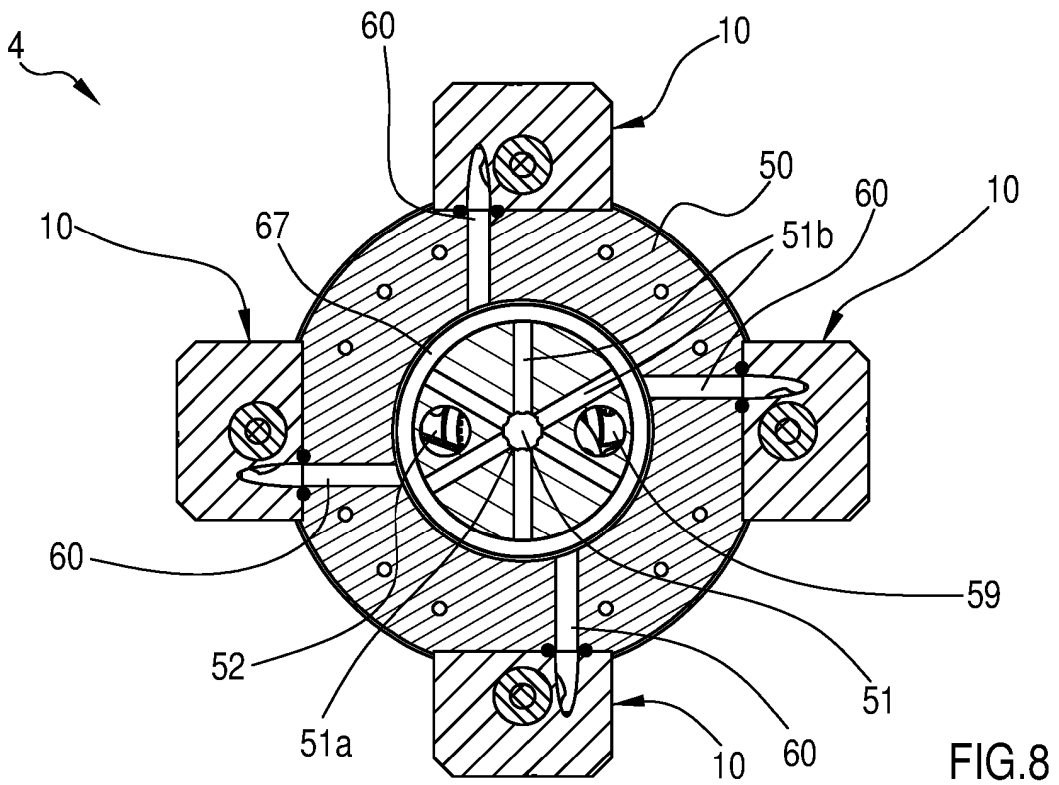
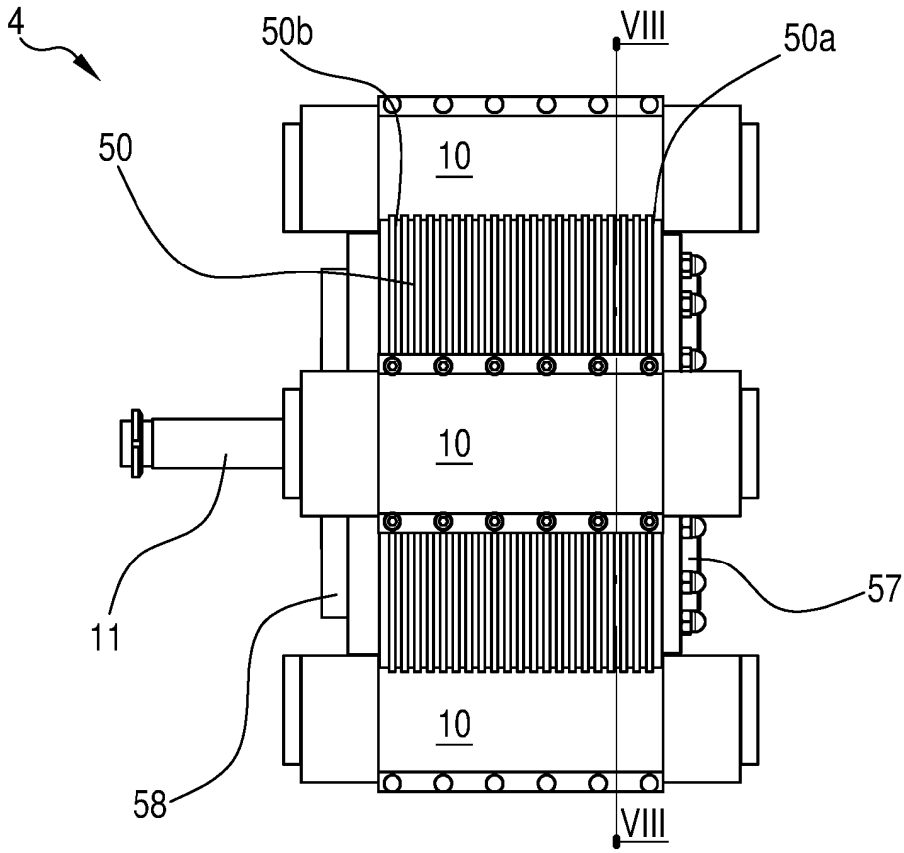


FIG.5B

FIG.6





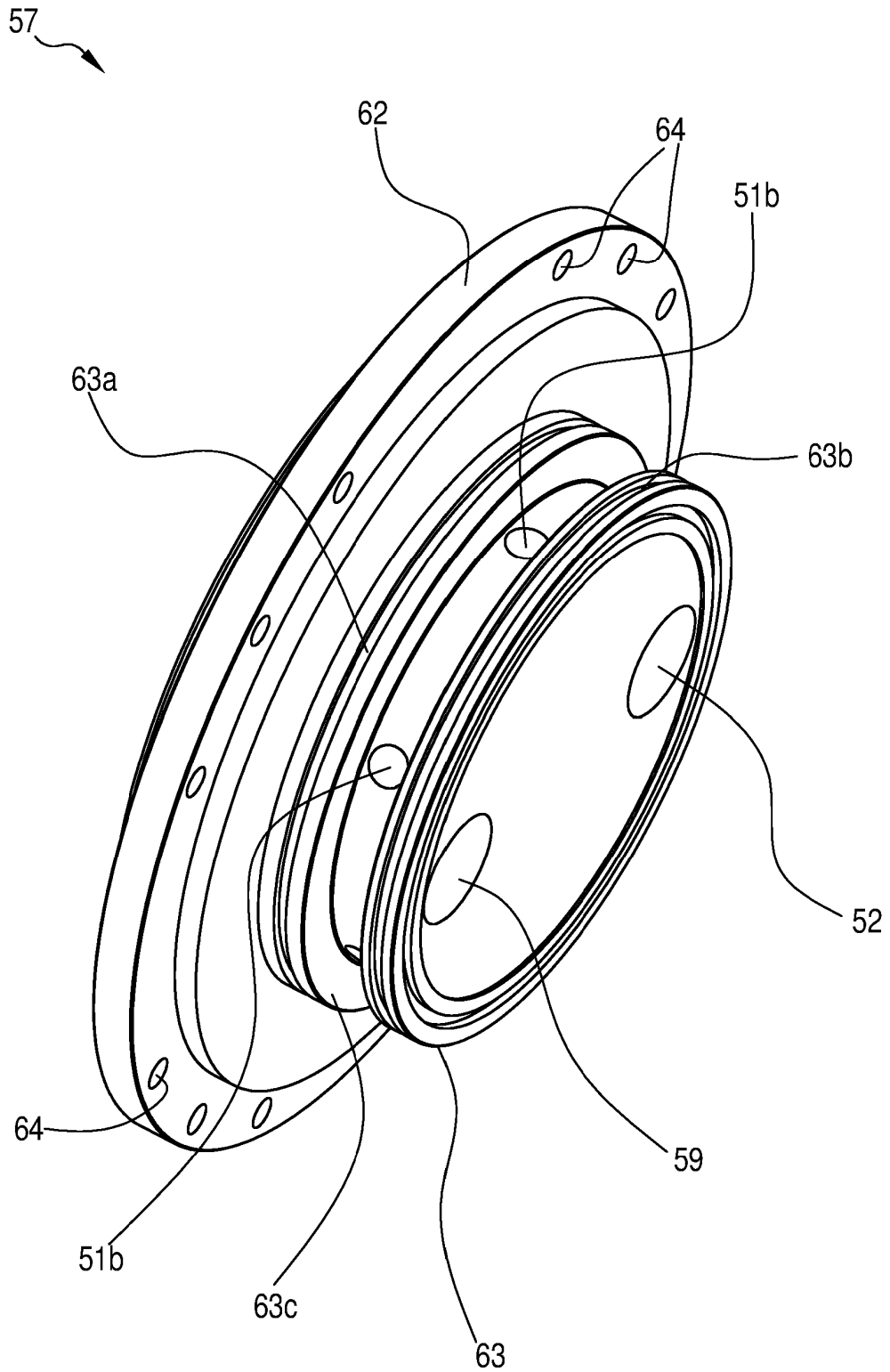


FIG.9

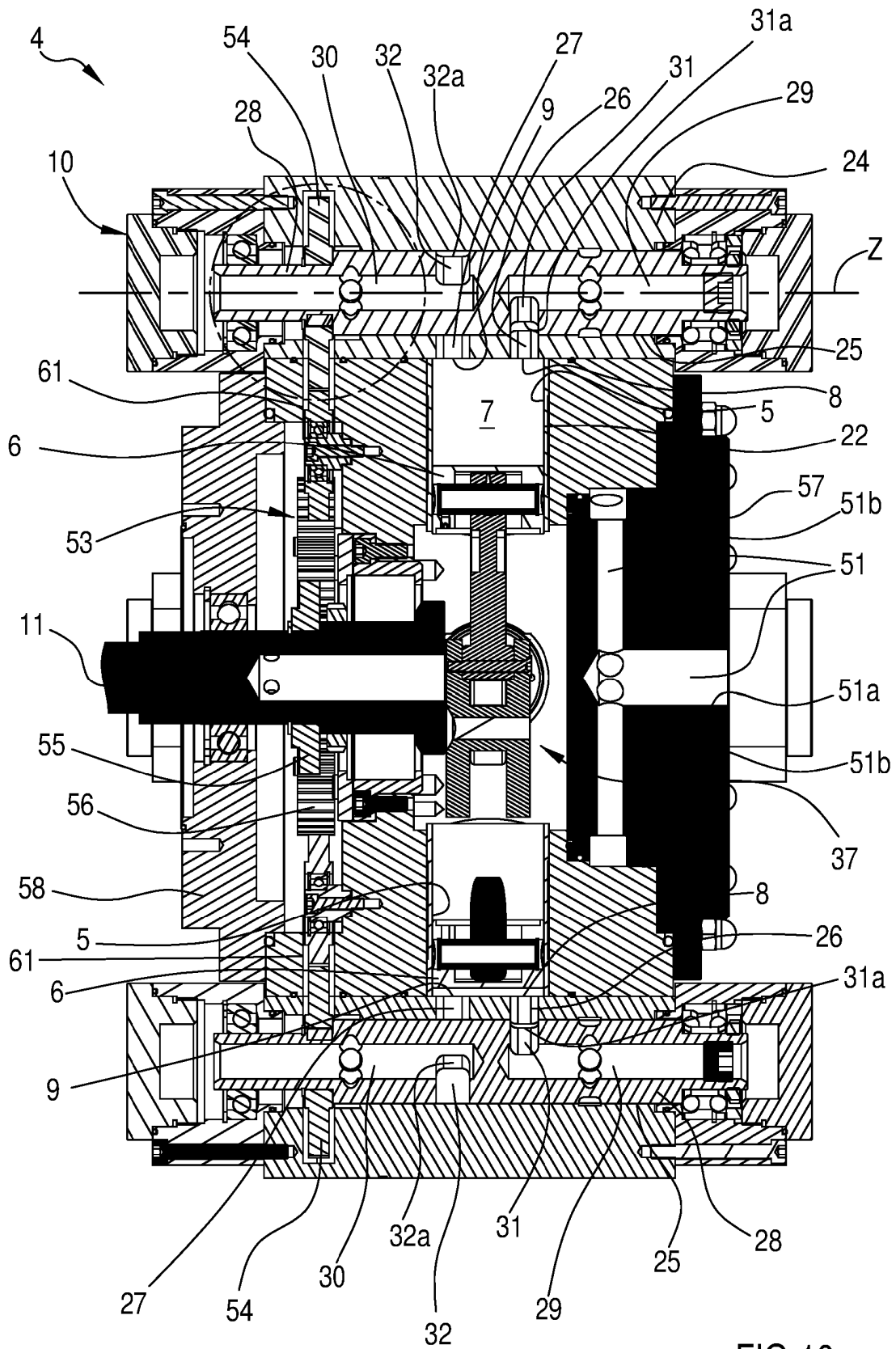


FIG. 10



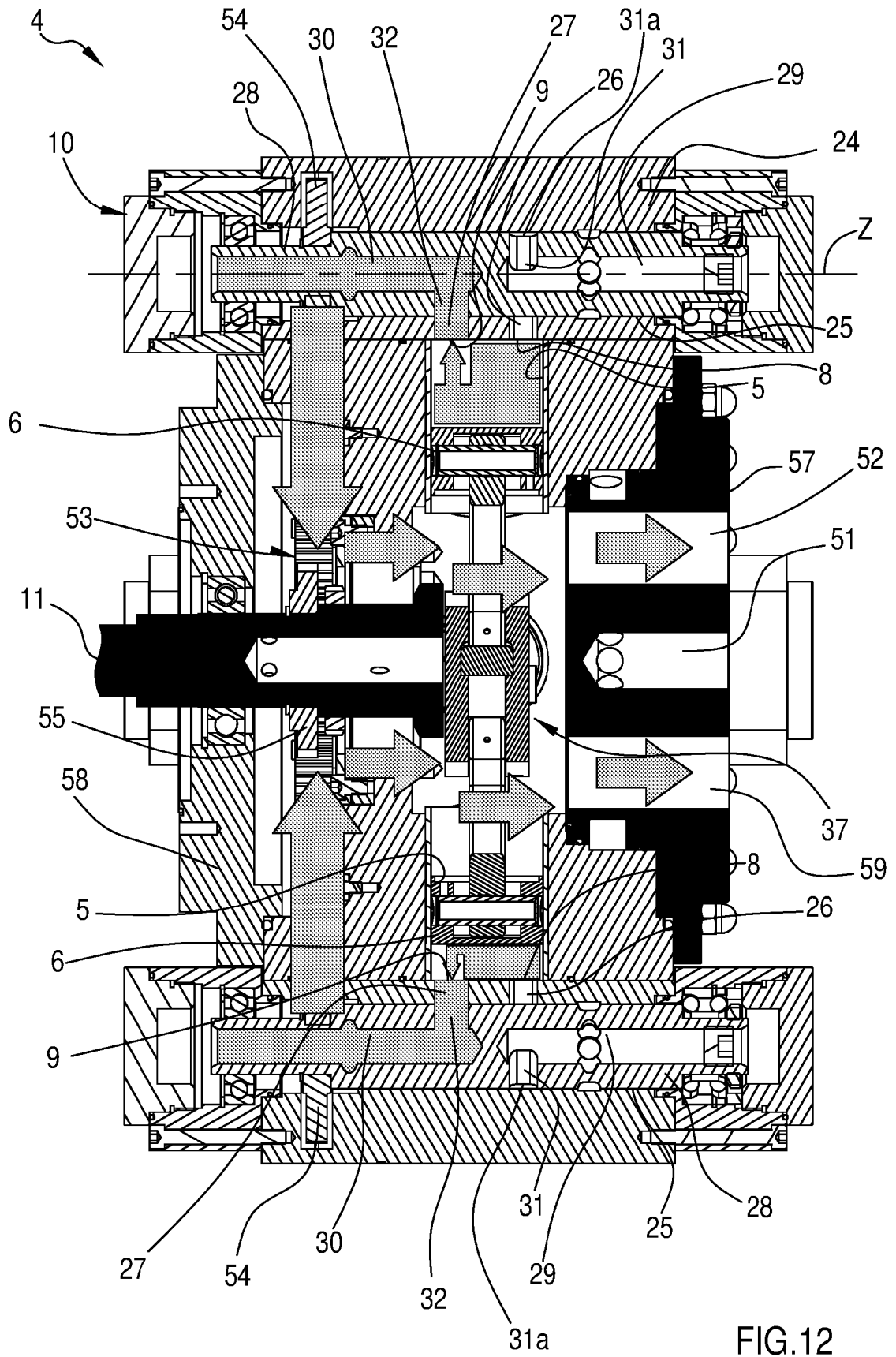


FIG. 12

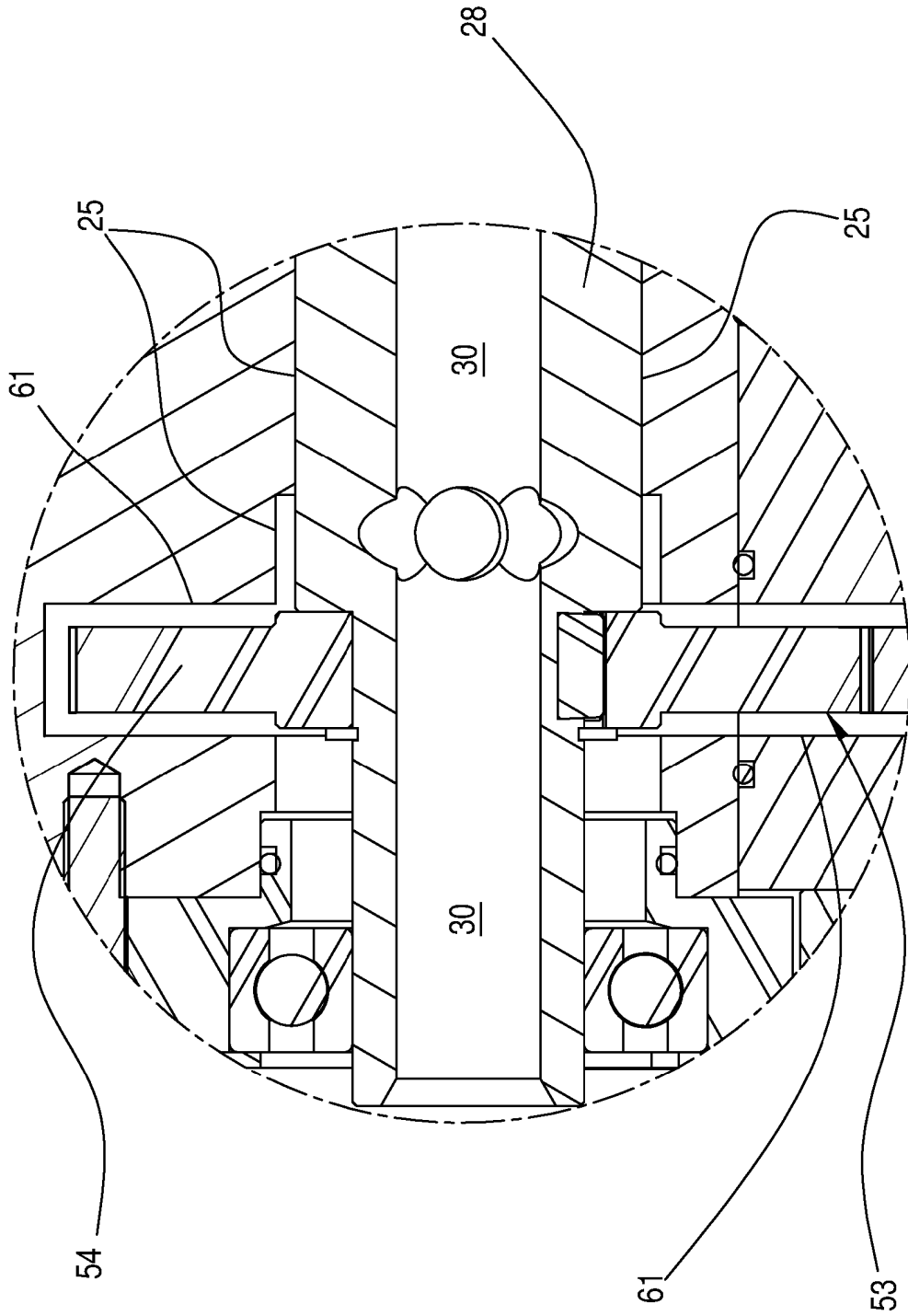


FIG.12A

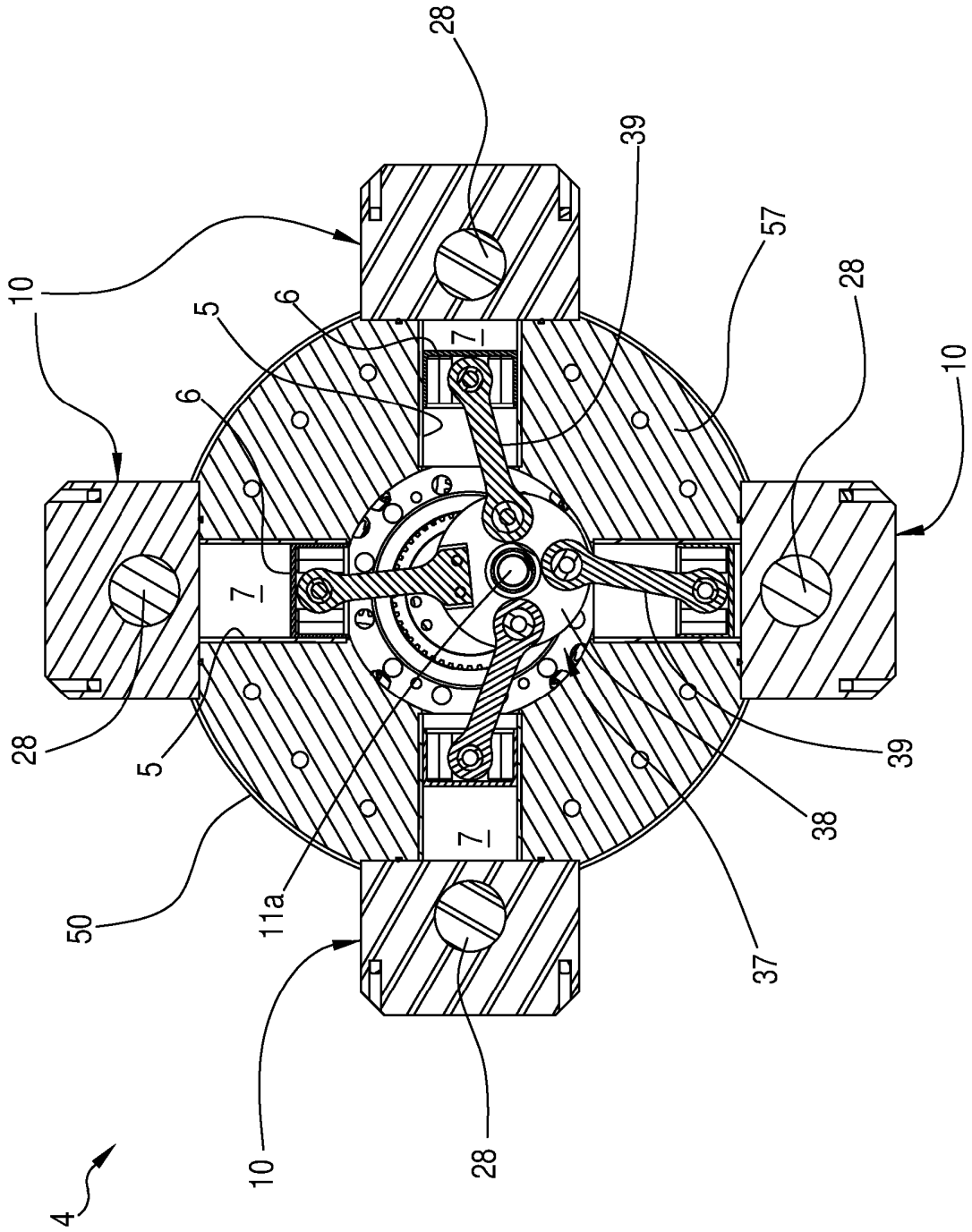


FIG.13

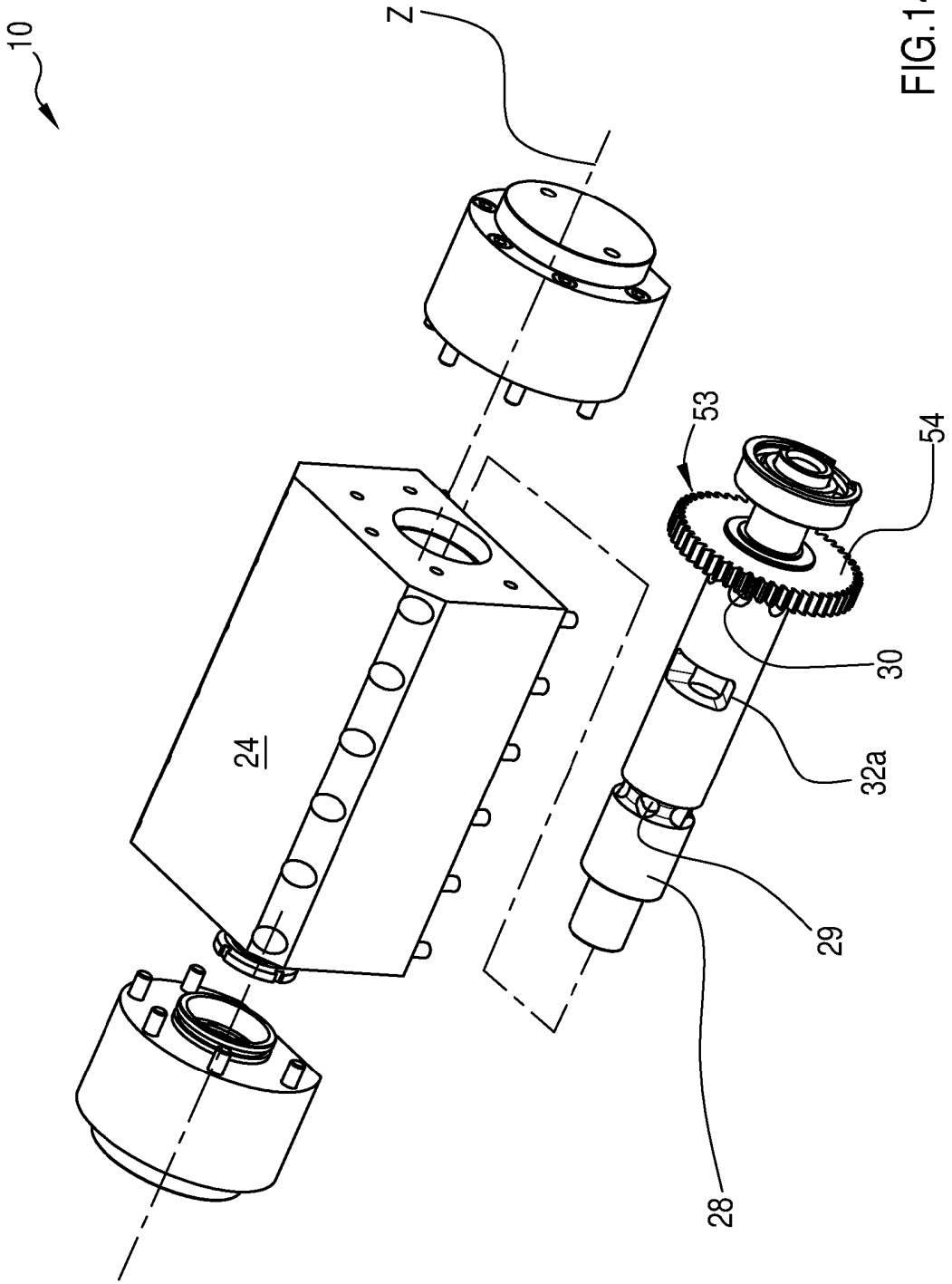


FIG.14