

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 130**

51 Int. Cl.:

<b>F02G 5/02</b>	(2006.01)
<b>F01M 5/00</b>	(2006.01)
<b>F01K 17/00</b>	(2006.01)
<b>F16C 33/66</b>	(2006.01)
<b>F01D 25/18</b>	(2006.01)
<b>F01M 5/02</b>	(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.09.2016 PCT/EP2016/071840**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **13.04.2017 WO17060055**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2016 E 16766008 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.12.2021 EP 3359794**

54 Título: **Dispositivo de lubricación de un palier que recibe un eje giratorio de un elemento de un circuito cerrado que funciona de acuerdo con un ciclo de Rankine y método que utiliza un dispositivo de este tipo**

30 Prioridad:

**09.10.2015 FR 1559607**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.04.2022**

73 Titular/es:

**IFP ENERGIES NOUVELLES (50.0%)**  
**1 & 4 avenue de Bois-Préau**  
**92500 Rueil-Malmaison, FR y**  
**ENOGIA (50.0%)**

72 Inventor/es:

**GOUBET, NICOLAS;**  
**LEROUX, ARTHUR y**  
**PAUCHET, ANTONIN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 906 130 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**

Dispositivo de lubricación de un palier que recibe un eje giratorio de un elemento de un circuito cerrado que funciona de acuerdo con un ciclo de Rankine y método que utiliza un dispositivo de este tipo

5 La presente invención hace referencia a un dispositivo de lubricación de un palier que recibe un eje giratorio de un elemento de un circuito cerrado que funciona de acuerdo con un ciclo Rankine y a un método que utiliza un dispositivo de este tipo.

Más concretamente, pero no de forma exclusiva, hace referencia a un dispositivo de lubricación de un palier de rodamientos de bolas que soporta el eje de la turbina que tiene el circuito.

10 Como es ampliamente conocido, el ciclo Rankine es un ciclo termodinámico en el que se transfiere el calor procedente de una fuente de calor externa a un circuito cerrado que contiene un fluido de trabajo.

15 Este ciclo se descompone generalmente en una etapa en la que el fluido de trabajo con bajo punto de congelación se comprime de manera isoentrópica, seguida de una etapa en la que este fluido comprimido se calienta y se vaporiza en contacto con una fuente de calor. Acto seguido, este vapor se expande de manera isoentrópica en el curso de otra etapa en una máquina de expansión y, a continuación, en una última etapa este vapor expandido se enfría y condensa en contacto con una fuente fría.

20 Para llevar a cabo estas diferentes etapas, el circuito incluye una bomba para comprimir el fluido de trabajo en forma líquida y hacerlo circular por el circuito, un intercambiador de calor (o evaporador) que es barrido por un fluido caliente para realizar la vaporización, al menos parcial, del fluido comprimido, una máquina de expansión para expandir el vapor, tal como una turbina, que transforma la energía de este vapor en otra energía, como una energía mecánica o eléctrica, y otro intercambiador de calor (o condensador) mediante el cual el calor contenido en el vapor se transfiere a una fuente fría, generalmente un fluido refrigerante o aire exterior que barre este condensador, para transformar este vapor en un líquido

25 También se conoce, en particular a partir de los documentos FR 2884555 A1 y DE 102007041944 B3, la utilización de la energía térmica transportada por los gases de escape de un motor de combustión interna, en particular el utilizado por los vehículos automóviles, como fuente de calor para garantizar el calentamiento y la vaporización del fluido que pasa por el evaporador.

Esto permite mejorar la eficiencia energética de este motor recuperando una gran parte de la energía que se pierde en los gases de escape para transformarla en energía que se puede utilizar para el vehículo automóvil a través del circuito de ciclo Rankine.

30 Como es sabido, los palieres de la máquina de expansión necesitan lubricarse para garantizar la libre rotación del eje de la máquina de expansión en estos palieres.

En general, la práctica consiste en utilizar un aceite lubricante para garantizar esta lubricación.

Sin embargo, una utilización de este tipo de un aceite lubricante genera inconvenientes no despreciables.

35 De hecho, la estanqueidad, dentro de la máquina de expansión, entre los diferentes circuitos (en este caso entre el circuito del fluido de trabajo y el circuito de lubricación), nunca es perfecta. Por lo tanto, habitualmente se produce una contaminación progresiva del fluido de trabajo por el aceite lubricante.

Esta contaminación se traduce en una degradación de los rendimientos del circuito de trabajo, la pérdida de las cualidades termodinámicas del fluido de trabajo y el enmugrecimiento de los intercambiadores de calor.

40 Una de las soluciones conocidas consiste en sustituir el aceite lubricante por el fluido de trabajo para garantizar la función de lubricación.

De este modo, los defectos de estanqueidad entre los dos circuitos no conducen a la contaminación del fluido de trabajo, sino a una mezcla entre el fluido de trabajo con "vocación termodinámica" y este mismo fluido de trabajo con "vocación lubricante".

45 El inconveniente de esta solución reside en el hecho de que el fluido de trabajo generalmente tiene mediocres cualidades lubricantes.

## ES 2 906 130 T3

En particular, el fluido de trabajo es propenso a vaporizarse fácilmente y en este estado físico no garantiza ninguna función lubricante.

5 La presente invención pretende subsanar los inconvenientes mencionados anteriormente mediante un dispositivo de lubricación que permita controlar el estado del fluido de trabajo con el fin de garantizar que no se vaporice antes de que haya garantizado su función de lubricación de los palieres.

10 Para ello, la invención hace referencia a un dispositivo de lubricación de al menos un palier que recibe un eje giratorio de un elemento de un circuito cerrado que funciona de acuerdo con un ciclo Rankine, comprendiendo dicho circuito una bomba de compresión/circulación de un fluido de trabajo en forma líquida, un intercambiador de calor barrido por una fuente de calor para la evaporación de dicho fluido, medios de expansión del fluido en forma de vapor, un intercambiador de refrigeración barrido por una fuente fría para la condensación del fluido de trabajo, un intercambiador de refrigeración barrido por una fuente de frío para la condensación del fluido de trabajo, un depósito de fluido de trabajo, tuberías de circulación del fluido de trabajo y un circuito de lubricación para lubricar dicho palier, caracterizado por que el circuito de lubricación tiene una tubería de lubricación conectada al circuito cerrado y que comprende medios de subenfriamiento del fluido que circula en dicha tubería de lubricación.

15 La tubería de lubricación puede provenir de una de las tuberías situadas entre el depósito y el intercambiador de calor.

La tubería de lubricación puede tener un regulador y/o un limitador de presión y/o caudal.

La tubería de lubricación puede provenir de la tubería aguas arriba de la bomba de compresión/circulación.

La tubería de lubricación puede comprender una bomba de circulación.

La tubería de lubricación puede comprender un sensor de temperatura.

20 La tubería de lubricación puede comprender un sensor de presión.

Los medios de subenfriamiento pueden comprender un dispositivo de efecto Peltier.

El palier puede comprender un difusor perimetral del fluido de trabajo.

El difusor puede comprender un tirante equipado con puntos de inyección uniformemente repartidos perimetralmente.

El fluido de trabajo puede ser un fluido orgánico o mezclas de fluidos orgánicos.

25 Los medios de expansión pueden comprender una turbina (30) y por lo que el palier que recibe el eje giratorio es el palier de la turbina.

30 La invención también hace referencia a un método de lubricación de al menos un palier que recibe un eje giratorio de un elemento de un circuito cerrado que funciona de acuerdo con un ciclo de Rankine, comprendiendo dicho circuito una bomba de compresión/circulación de un fluido de trabajo en forma líquida, un intercambiador de calor barrido por una fuente de calor para la evaporación de dicho fluido, medios de expansión del fluido en forma de vapor, un intercambiador de refrigeración barrido por una fuente fría para la condensación del fluido de trabajo, un depósito de fluido de trabajo, tuberías de circulación del fluido de trabajo y un circuito de lubricación para lubricar dicho palier, caracterizado por que consiste en desviar una parte del fluido de trabajo del circuito cerrado al palier y en subenfriar este fluido antes de su entrada en dicho palier.

35 El método puede consistir en regular y/o limitar la presión y/o el caudal del fluido para controlar la cantidad de fluido admitido en el palier.

El método puede consistir en la puesta en marcha de una bomba de circulación colocada en la tubería para la lubricación de los palieres y en accionar los medios de subenfriamiento antes de la puesta en marcha de la bomba de compresión/circulación para garantizar la lubricación de dicho palier.

40 El método puede consistir en la distribución del fluido en la totalidad del perímetro del palier.

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán con la lectura de la siguiente descripción, dada a título únicamente ilustrativo y no restrictivo, y a la cual se adjuntan:

- la figura 1 ilustra un circuito cerrado que funciona de acuerdo con un ciclo Rankine de la técnica anterior con el dispositivo de lubricación de acuerdo con la invención y

- la figura 2 muestra un detalle de uno de los palieres de la turbina en el circuito cerrado de la figura 1.

En la figura 1, ventajosamente el circuito cerrado de ciclo Rankine 10 es del tipo ORC (Organic Rankine Cycle) que utiliza un fluido orgánico o una mezcla de fluidos orgánicos, como butano, etanol, hidrofluorocarbonos, dióxido de carbono.

- 5 Por supuesto, el circuito cerrado puede funcionar con un fluido no orgánico como el amoníaco o el agua.

Este circuito comprende una bomba de circulación y compresión del fluido de trabajo 12, denominada bomba en la siguiente descripción, con una entrada 14 para el fluido de trabajo en forma líquida y una salida 16 para este fluido de trabajo, también en forma líquida pero comprimido a una presión elevada. Esta bomba se hace girar de forma ventajosa mediante cualquier medio, como un motor eléctrico (no mostrado).

- 10 Este circuito tiene también un intercambiador de calor 18, denominado evaporador, por el que pasa el fluido de trabajo comprimido entre una entrada 20 para este fluido líquido y una salida 22 a través de la cual el fluido de trabajo sale de este evaporador en forma de vapor comprimido. Este evaporador es atravesado por una fuente de calor 24 en forma líquida o gaseosa. Esta fuente de calor puede provenir de los gases de escape que circulan en la línea de escape 26 de un motor de combustión interna 28, del fluido refrigerante de un motor de combustión interna, el fluido de refrigeración de un horno industrial o del fluido caloportador calentado en instalaciones térmicas o por un quemador.
- 15

Este circuito también tiene una máquina de expansión 30 que recibe el fluido de trabajo por su entrada 32 en forma de vapor comprimido a alta presión, saliendo este fluido por la salida 34 de esta máquina en forma de vapor expandido a baja presión.

- 20 Ventajosamente, esta máquina de expansión tiene la forma de una turbina de expansión, cuyo eje del rotor se coloca sobre dos palieres 36a y 36b y se hace girar mediante el fluido de trabajo en forma de vapor mediante el control de la rotación de un eje de conexión 37. Preferiblemente, este eje permite transmitir la energía recuperada a cualquier dispositivo transformador, como por ejemplo un generador eléctrico 38.

- 25 El circuito también tiene un intercambiador de refrigeración 40, o condensador, con una entrada 42 para el vapor expandido a baja presión y una salida 44 para el fluido de trabajo transformado en forma líquida después de su paso por este condensador. Este condensador es barrido por una fuente fría, generalmente un flujo de aire frío (Flecha F) generalmente a temperatura ambiente, para enfriar el vapor expandido de manera que se condense y se transforme en un líquido. Por supuesto, se puede utilizar cualquier otra fuente de refrigeración fría, como el agua, para garantizar la condensación del vapor.

- 30 Este circuito también tiene un depósito cerrado 46 que permite mantener el fluido de trabajo en estado líquido y, preferiblemente, un filtro 48, como un filtro de cartucho, para filtrar el fluido de trabajo que sale del depósito antes de su introducción en la bomba.

- 35 Los diferentes elementos del circuito se conectan entre sí mediante tuberías de circulación de fluido 50, 52, 54, 56, 58, 60, que permiten conectar de forma sucesiva la bomba con el evaporador (tubería del evaporador 50), el evaporador con la turbina (tubería de la turbina 52), esta turbina con el condensador (tubería del condensador 54), el condensador con el depósito (tubería del depósito 56), el depósito al filtro (tubería del filtro 58) y el filtro con la bomba (tubería de la bomba 60), para que el fluido de trabajo circule a lo largo del sentido indicado por las flechas A.

Según se observa mejor en la figura 1, el circuito cerrado comprende un circuito de lubricación 62 que utiliza el fluido que circula por el mismo para lubricar al menos un palier que recibe un eje giratorio de un elemento del circuito cerrado y, más concretamente, los palieres 36a, 36b de la turbina 30.

- 40 Por supuesto, y esto sin salirse del contexto de la invención, este circuito de lubricación se puede utilizar para lubricar los palieres de cualquier otro elemento giratorio del circuito cerrado, como la bomba 12.

Este circuito de lubricación comprende una tubería de lubricación 64 que comienza en una de las tuberías situadas entre el depósito 46 y el evaporador 18 y termina en los palieres 36a, 36b de la turbina 30.

- 45 Según se ilustra a modo de ejemplo en la figura 1, esta tubería de lubricación comienza en la tubería de la bomba 60 entre el filtro y la bomba 12.

Esta tubería lleva, en el sentido de circulación a lo largo de la flecha A', una bomba de circulación 68, o bomba de lubricación, que permite hacer circular este fluido en la tubería y medios de subenfriamiento 66 del fluido que circula en la tubería de lubricación.

Ventajosamente, los medios de refrigeración comprenden un dispositivo de efecto Peltier alimentado eléctricamente.

La tubería también lleva, entre la bomba 68 y los palieres, un sensor de temperatura T y un sensor de presión P del fluido que circula en esta tubería.

5 Para garantizar la lubricación de los palieres 36a y 36b, el fluido caloportador, que es filtrado por el filtro 48 después de su salida del depósito 46 y que está en fase líquida, se desvía parcialmente hacia la tubería de lubricación para circular por la misma bajo la impulsión de la bomba de lubricación 68. Esta bomba también permite regular el caudal de fluido destinado a la lubricación de los palieres.

Durante esta circulación, este fluido se subenfria mediante el dispositivo de efecto Peltier antes de ser introducido en los palieres 36a y 36b.

10 Aparte del hecho de que el dispositivo de subenfriamiento permite, en caso de necesidad, regular la temperatura del fluido que tiene por objetivo la lubricación por medio de sensores, tiene la función esencial de retrasar el paso al estado gaseoso del fluido después de haber sido inyectado, en estado líquido, en los palieres.

15 Ventajosamente, la bomba de circulación 68 que tiene por objetivo la lubricación de los palieres y el dispositivo de efecto Peltier se ponen en marcha antes de que se ponga en marcha la bomba principal 12 del circuito cerrado, para garantizar la lubricación de la turbina antes de que comience a girar.

De esta manera, la función lubricante de los palieres está mejor garantizada.

Por supuesto, y esto sin salirse del contexto de la invención, se puede considerar prescindir de colocar una bomba de circulación en la tubería de lubricación y utilizar la bomba 12 para hacer circular el fluido en esta tubería.

20 De esta manera, esta tubería comienza aguas abajo de la bomba 12, considerando el sentido de circulación A del fluido, y termina en los palieres 36a, 36b de la turbina 30.

Ventajosamente, la tubería lleva un regulador y/o limitador de presión y/o caudal para controlar la cantidad de fluido que llega a los palieres.

25 A modo de ejemplo, según se ilustra en la figura 2, el eje de la turbina 70 se soporta mediante un rodamiento de bolas 72 alojado entre este eje y la envolvente cerrada 74 del palier 36a. Esta envolvente también tiene una entrada 76 para el fluido subenfriado por la tubería 64.

Como se puede ver mejor en esta figura, un difusor de fluido perimetral 77 se coloca entre la entrada y el rodamiento de bolas.

Este difusor es en este caso un tirante 78 equipado con varios puntos de inyección 80 distribuidos perimetralmente de manera regular.

30 De este modo, el fluido se distribuye mejor en la totalidad del perímetro del rodamiento y la lubricación es más uniforme y eficaz.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de lubricación de al menos un palier que recibe un eje giratorio de un elemento de un circuito cerrado (10) que funciona de acuerdo con un ciclo de Rankine, comprendiendo dicho circuito una bomba de compresión/circulación (12) de un fluido de trabajo en forma líquida, un intercambiador de calor (18) barrido por una fuente de calor (24) para la evaporación de dicho fluido, medios de expansión (30) del fluido en forma de vapor, un intercambiador de refrigeración (40) barrido por una fuente fría (F) para la condensación del fluido de trabajo, un depósito de fluido de trabajo (46), tuberías de circulación del fluido de trabajo (50, 52, 54, 56, 58, 60) y un circuito de lubricación (62) para lubricar dicho palier, caracterizado por que dicho circuito de lubricación tiene una tubería de lubricación (64) conectada al circuito cerrado (10) y que comprende medios de subenfriamiento (66) del fluido que circula por dicha tubería de lubricación, desviando dicha tubería de lubricación (64) una parte del fluido de trabajo del circuito cerrado a dicho palier.
- 10 2. Dispositivo de lubricación de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la tubería de lubricación (64) comienza en una de las tuberías (50, 58, 60) situadas entre el depósito (46) y el intercambiador de calor (18).
- 15 3. Dispositivo de lubricación de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la tubería de lubricación (64) lleva un regulador y/o limitador de presión y/o caudal.
4. Dispositivo de lubricación de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la tubería de lubricación (64) comienza en la tubería (60, 58) aguas arriba de la bomba de compresión/circulación (12).
5. Dispositivo de lubricación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la tubería de lubricación (64) comprende una bomba de circulación (68).
- 20 6. Dispositivo de lubricación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la tubería de lubricación (64) comprende un sensor de temperatura.
7. Dispositivo de lubricación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la tubería de lubricación (64) comprende un sensor de presión.
- 25 8. Dispositivo de lubricación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de subenfriamiento (66) comprenden un dispositivo de efecto Peltier.
9. Dispositivo de lubricación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el palier comprende un difusor perimetral (77) del fluido de trabajo.
10. Dispositivo de lubricación de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que el difusor comprende un tirante (78) equipado con puntos de inyección (80) distribuidos uniformemente de forma perimetral.
- 30 11. Dispositivo de lubricación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el fluido de trabajo es un fluido orgánico o mezclas de fluidos orgánicos.
12. Dispositivo de lubricación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de expansión comprenden una turbina (30) y porque el palier que recibe el eje giratorio es el palier de la turbina.
- 35 13. Método de lubricación de al menos un palier que recibe un eje giratorio de un elemento de un circuito cerrado que funciona de acuerdo con un ciclo de Rankine, comprendiendo dicho circuito una bomba de compresión/circulación (12) para un fluido de trabajo en forma líquida, un intercambiador de calor (18) barrido por una fuente de calor (24) para la evaporación de dicho fluido, medios de expansión (30) del fluido en forma de vapor, un intercambiador de refrigeración (42) barrido por una fuente fría (F) para la condensación del fluido de trabajo, un depósito de fluido de trabajo (48), tuberías de circulación del fluido de trabajo (50, 52, 54, 56, 58, 60), y un circuito de lubricación (62) para lubricar dicho palier, caracterizado por que en una tubería de lubricación (64) una parte del fluido de trabajo del circuito cerrado se desvía hacia el palier y esta parte de fluido se subenfriaría antes de su entrada en dicho palier.
- 40 14. Método de lubricación de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que regula y/o limita la presión y/o el caudal de fluido para controlar la cantidad de fluido admitido en el palier.
- 45 15. Método de lubricación de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, caracterizado por que se pone en marcha una bomba de circulación (68) colocada en la tubería para la lubricación de los palieres y se accionan los medios de subenfriamiento (66) antes de poner en marcha la bomba de compresión/circulación para garantizar la lubricación de dicho palier.

## ES 2 906 130 T3

16. Método de lubricación de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 15, caracterizado por que el fluido se distribuye en la totalidad del perímetro del palier.

17. Circuito cerrado (10) que funciona de acuerdo con un ciclo de Rankine, caracterizado por que comprende el dispositivo de lubricación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12 o por que utiliza el método de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 16.

5

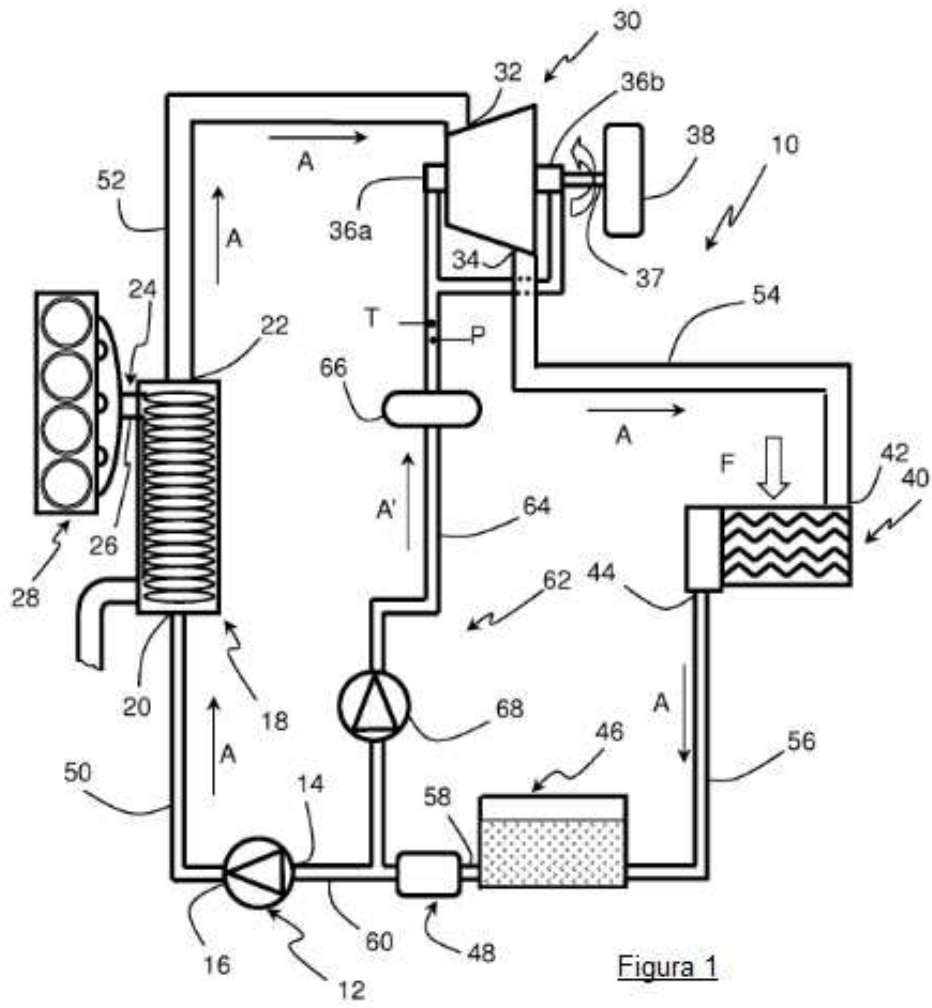


Figura 1

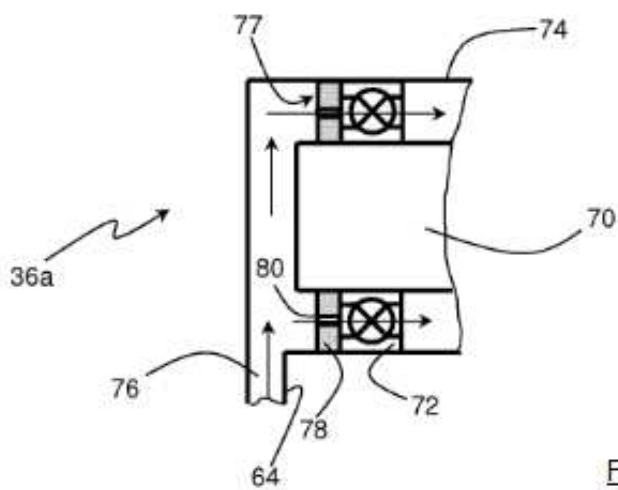


Figura 2