



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 293 265**

51 Int. Cl.:
F01C 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04736841 .0**

86 Fecha de presentación : **15.06.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1633956**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **15.03.2006**

54 Título: **Máquina de pistón rotatorio.**

30 Prioridad: **17.06.2003 GB 0314035**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73 Titular/es: **Turnstile Technology Limited**
33 London Road, Southborough
Turnbridge Wells, Kent TN4 0PB, GB

72 Inventor/es: **See, Richard**

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 293 265 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

Máquina de pistón rotatorio.

5 Esta invención se refiere a motores rotatorios

La compresión o expansión de los gases ocurre en una gran variedad de dispositivos. Los ejemplos bien conocidos incluyen bombas, compresores, soplantes, extractores, y motores rotatorios e hidráulicos, todos los cuales incluyen alguna forma de aparato usado para comprimir o expandir los gases.

10 Como se ha mencionado anteriormente, los compresores son dispositivos bien conocidos. Un tipo de compresor es el compresor recíproco. Los compresores recíprocos tienen la ventaja de que pueden funcionar a altas presiones. Sin embargo, los compresores recíprocos tienen un gran número de piezas móviles y, por lo tanto, son dispositivos relativamente complejos. Otro tipo de compresor, el compresor Roots, tiene un movimiento rotatorio en lugar de recíproco y su simplicidad resultante significa que tiene pocas piezas móviles y es fiable. Independientemente, este
15 tipo de compresor tiene sus desventajas. Una de dichas desventajas es que depende de la “contra-compresión” para aumentar la presión de los gases bombeados. Esto significa que no se realiza compresión sobre los gases de entrada a baja presión hasta que entran en contacto y se mezclan con los gases a alta presión dentro del compresor. Este procedimiento irreversible es ineficaz, y conduce a mayores necesidades de energía de activación y temperaturas de
20 salida elevadas del aire.

Otro tipo de compresor rotatorio, el compresor Lysholm, emplea compresión interna para superar los problemas provocados por la “contra compresión”. Típicamente, estos compresores son significativamente más eficaces. Sin embargo, su rendimiento depende en gran medida de mantener holguras muy pequeñas entre los elementos
25 móviles, lo que presenta considerables problemas de fabricación. El cierre hermético imperfecto entre los elementos conduce a la aparición de fugas de gas, limitando las presiones que pueden obtenerse usando un único compresor.

Los compresores de los tipos analizados anteriormente se usan en motores de combustión interna. En particular,
30 los compresores rotatorios de tipo Roots, de tornillo único o Lysholm se usan en motores rotatorios, junto con un mecanismo de expansión correspondiente que permite extraer el trabajo durante la expansión de los gases calientes, presurizados. Los motores rotatorios, como los compresores rotatorios, pueden tener menos piezas móviles y, por lo tanto, son más fiables que sus equivalentes recíprocos. Los costes de producción y mantenimiento también son potencialmente menores. Típicamente, los motores rotatorios son también menos ruidosos y pueden conseguir más
35 ciclos de combustión por segundo comparado con los motores recíprocos, conduciendo así a una mejor proporción de potencia a peso.

El ciclo ideal al que se aproximan la mayoría de los motores rotatorios de combustión interna es el ciclo de Otto. Una desventaja del ciclo de Otto es que la cantidad de trabajo que puede extraerse de los gases calientes, presurizados
40 está limitada porque la relación de expansión del motor no puede superar su relación de compresión. Los gases al final de la etapa de expansión isentrópica del ciclo de Otto pueden realizar más trabajo si se permitiera una expansión adicional a presión ambiente. Esta desventaja se supera en el ciclo ideal conocido como ciclo de Atkinson-Miller. El ciclo de Atkinson-Miller permite la expansión isentrópica a presión ambiente, y de esta manera las relaciones de compresión y de expansión pueden ser diferentes. Se han propuesto numerosos motores rotatorios de combustión
45 interna usando el ciclo de Atkinson-Miller. Sin embargo, estos diseños de motor típicamente tienen muchas piezas móviles, o usan piezas que son difíciles de fabricar. Los diseños ventajosos del motor rotatorio son capaces de altas relaciones de compresión de manera que pueden usarse en motores de compresión-ignición tales como motores diesel. La potencia de salida de un motor rotatorio debe ser suave y continua, con vibración mínima. El ruido y el desgaste mecánico deben ser mínimos.

50 Se conocen bien diversos motores rotatorios de tornillo único en los que la compresión y la expansión ocurren en canales con forma helicoidal que forman en la superficie un bloque giratorio. Se definen cámaras de trabajo separadas por el canal helicoidal, una superficie que rodea al bloque giratorio que sella el canal helicoidal, y ruedas que tienen
55 dientes o paletas que se engranan con el canal helicoidal. Por ejemplo, el documento GB653185 describe un motor rotatorio en el que la compresión y la expansión se consiguen proporcionando un canal helicoidal de profundidad variable y en el que fracciones variables de los dientes o paletas de la rueda definen las cámaras de trabajo. En el motor del documento GB653185, la punta de un diente o paleta permanece dentro del canal, y el diente o paleta está siempre en contacto con el gas en la cámara de trabajo. Además, la forma de los dientes o paletas de la rueda no afecta
60 significativamente a la relación de compresión o de expansión del motor, y la compresión y expansión se realizan en diferentes partes del motor.

Los documentos US3862623 y US3897756 describen motores rotatorios en los que un bloque giratorio sólo gira
65 alrededor de su eje en una fracción de vuelta durante cada ciclo, y en el que la compresión y expansión ocurre contra los dientes o paletas de una rueda rotatoria. En estos motores, la profundidad del canal no varía y, de esta manera, deben usarse dos cámaras de trabajo diferentes para compresión y expansión, respectivamente.

Los documentos US4003348, US4005682 y US4013046 describen motores rotatorios que tienen diferentes relaciones de compresión y de expansión. Sin embargo, para controlar el flujo de combustible y aire, tienen pasos de

ES 2 293 265 T3

forma compleja, que presentan problemas de fabricación significativos. El documento US4013046 describe un motor rotatorio en el que las válvulas se abren y se cierran durante cada ciclo para controlar el flujo de gases.

5 Los documentos US2674982, US3208437, US3060910, US3221717, y US3205874 describen motores rotatorios en los que las cámaras de trabajo están definidas por ruedas dentadas o con paletas de toma constante. Sin embargo, en estos motores, la cámara de trabajo está definida por una primera rueda, y después otra rueda, de manera que es necesario sellar más de una pieza rotatoria.

10 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un motor rotatorio para usar con fluidos compresibles, comprendiendo el motor: un primer elemento de rotación montado para girar alrededor de un primer eje; una carcasa que tiene una superficie que encierra al menos una parte del primer elemento de rotación, una cavidad alargada con área de la sección transversal variable que está definida entre una superficie del primer elemento de rotación y la superficie de la carcasa y que varía alrededor del primer eje dependiendo del radio del primer elemento de rotación; y una pluralidad de segundos elementos de rotación montados para girar alrededor de segundos ejes
15 respectivos diferentes, estando montado cada segundo elemento de rotación para proyectarse a través de una ranura en la superficie de la carcasa y para cooperar con el primer elemento de rotación de la superficie para dividir la cavidad en partes de trabajo adyacentes, en el que cada segundo elemento de rotación comprende una pluralidad de partes que se proyectan que tienen radios respectivos diferentes alrededor del segundo eje, haciendo los diferentes radios que las partes que se proyectan se proyecten hacia la cavidad en cantidades respectivas diferentes, de manera
20 que los volúmenes de las partes de trabajo varían según giran los primeros y segundos elementos de rotación, en el que, durante el uso, los fluidos en una parte de trabajo experimentan compresión, combustión y expansión como un volumen cerrado, el volumen cerrado que se define durante la compresión, combustión y expansión mediante los dos segundos elementos de rotación adyacentes iguales.

25 El primer elemento de rotación y cada uno de los segundos elementos de rotación tienen un radio variable. La superficie de la carcasa, que tiene un radio constante, y el primer elemento de rotación de la superficie para el mismo definen una cavidad que se extiende alrededor del primer eje. Según el primer elemento de rotación gira alrededor del primer eje, la cavidad gira también alrededor del primer eje. Cada uno de los segundos elementos de rotación se proyecta a través de la superficie de la carcasa. Según gira cada uno de los segundos elementos de rotación, varía
30 la cantidad en que se proyectan a través de la superficie de la carcasa. De hecho, la rotación del primer elemento de rotación y cada uno de los segundos elementos de rotación está coordinada de manera que se engranan juntos proporcionando un cierre hermético. Cada uno de los segundos elementos de rotación define de esta manera numerosas partes de trabajo de la cavidad. Las partes de trabajo pueden definirse también mediante el primer elemento de rotación donde su radio está a un máximo proporcionando un cierre hermético con la carcasa. Según gira la cavidad alrededor
35 del primer eje, cambian los volúmenes de las partes de trabajo de la cavidad, proporcionando de esta manera la compresión o expansión del fluido que hay en su interior.

Un motor rotatorio puede realizarse, por lo tanto, de forma que tiene numerosas cualidades deseables mientras que al mismo tiempo es fácil de fabricar y usar. El motor rotatorio depende de la compresión interna, evitando de esta
40 manera las desventajas asociadas con la "contra compresión", tales como ineficacia. Al mismo tiempo, la simplicidad del diseño permite el cierre hermético eficaz entre los diversos elementos del motor rotatorio evitando de esta manera la complejidad de fabricación y otros problemas asociados con los motores rotatorios de compresión interna conocidos.

Preferiblemente, el primer y segundos elementos de rotación comprenden cada uno una pluralidad de segmentos
45 integrales que tiene cada uno diferentes radios. Para los segundos elementos de rotación, estos segmentos son las partes que se proyectan.

Preferiblemente, los segundos elementos de rotación se distribuyen alrededor de la superficie de la carcasa, estando
50 montado cada segundo elemento de rotación para girar alrededor de un eje respectivo que es perpendicular tanto al primer eje como al radio de la superficie de la carcasa. De esta manera, pueden definirse numerosas partes de trabajo de la cavidad, y puede realizarse un procedimiento de compresión y/o expansión simultáneamente en cada una de ellas.

El primer elemento de rotación puede ser interno a la superficie de la carcasa, siendo la pluralidad de segundos
55 elementos de rotación externos a la superficie de la carcasa. En este caso, el primer elemento de rotación será sustancialmente cilíndrico. Como alternativa, el primer elemento de rotación puede ser externo a la superficie de la carcasa, siendo la pluralidad de segundos elementos de rotación internos a la superficie de la carcasa. En este caso, el primer elemento de rotación tomará sustancialmente la forma de un anillo.

60 El motor rotatorio realiza compresión seguida de expansión. La rotación del primer elemento de rotación y cada uno de la pluralidad de segundos elementos de rotación hace que el volumen de las partes de trabajo de la cavidad se reduzca y después aumente durante cada ciclo. Como la compresión y expansión las realizan diferentes porciones de la superficie del primer elemento de rotación, puede conseguirse un motor que tiene diferentes relaciones de compresión y de expansión.

65 Preferiblemente, el motor rotatorio comprende también un medio de ignición para la ignición de un fluido comprimido antes de la expansión. Por ejemplo, el medio de ignición puede comprender una bujía. De esta manera, cuando los gases que están dentro de una parte de trabajo de la cavidad están a la presión máxima, puede inducirse un aumento

ES 2 293 265 T3

repentino adicional de presión. Por ejemplo, si los gases son una mezcla de combustible y oxígeno, una bujía puede inducir la combustión, como en un motor de gasolina convencional. Como alternativa, si los gases incluyen oxígeno altamente presurizado; la inyección del propio combustible puede inducir la combustión, como en un motor diesel convencional. Pueden usarse otros medios para provocar un aumento repentino adicional de presión, tales como la inyección de un pequeño volumen de gas a alta presión, y baja temperatura. El aumento repentino de presión permite extraer más trabajo durante la expansión que el que se usó en la compresión, aumentando de esta manera la potencia del motor.

Preferiblemente, el primer elemento de rotación comprende también al menos un paso para la entrada de fluido o salida de fluido. El primer elemento de rotación puede comprender incluso pasos tanto para la entrada de fluido como para la salida de fluido. De esta manera, los fluidos pueden atraerse o forzarse hacia las partes de trabajo de la cavidad, o expulsarse o liberarse de las partes de trabajo de la cavidad.

La carcasa puede comprender también al menos una válvula lateral, siendo operativa cada una de la al menos una válvula lateral como entrada de fluido o salida de fluido sólo cuando está adyacente a una parte de trabajo de la cavidad, cada una de la al menos una válvula lateral estando adyacente a una parte de trabajo de la cavidad para una fracción de un ciclo del dispositivo. El motor rotatorio puede diseñarse por lo tanto de manera que el área de la carcasa que contiene una válvula lateral sólo forma un límite de una parte de trabajo de la cavidad cuando se desea la entrada de fluido o salida de fluido.

Preferiblemente, cada una de la al menos una válvula lateral funciona para variar el caudal de un fluido en una parte de trabajo de la cavidad, para variar la presión de fluido dentro de una parte de trabajo de la cavidad, o para variar una relación de compresión o de expansión del motor rotatorio. Las válvulas laterales pueden proporcionar, por lo tanto, una manera de controlar el funcionamiento del motor rotatorio.

Preferiblemente, se usa control por retroalimentación de bucle cerrado para controlar el funcionamiento de cada una de la al menos una válvula lateral, estando basado el control por retroalimentación de bucle cerrado en un parámetro operativo tal como presión de entrada del fluido, presión de salida del fluido y velocidad de giro. De esta manera, numerosos parámetros pueden mantenerse en un estado estacionario.

Esta invención proporciona también un motor rotatorio que comprende dos de los dispositivos rotatorios descritos anteriormente. De esta manera, los segundos elementos de rotación respectivos pueden disponerse de manera que las fuerzas netas sobre el primer elemento de rotación se minimizan. Por ejemplo, esto podría conseguirse proporcionando un segundo elemento de rotación desde cada uno de los motores rotatorios en lados opuestos del primer elemento de rotación integral.

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a las siguientes figuras en las que:

Las Figuras 1 y 2 muestran secciones transversales de un primer motor rotatorio de acuerdo con la invención en las posiciones primera y segunda, respectivamente;

La Figura 3 muestra un perfil lateral de un segundo elemento de rotación del primer motor rotatorio de acuerdo con la invención;

Las Figuras 4 y 5 muestran secciones transversales del primer motor rotatorio de acuerdo con la invención en las posiciones tercera y cuarta;

La Figura 6 muestra una sección transversal de un segundo motor rotatorio de acuerdo con la invención;

La Figura 7 muestra una sección transversal de un tercer motor rotatorio de acuerdo con la invención;

Las Figuras 8 y 9 muestran secciones transversales de un cuarto motor rotatorio de acuerdo con la invención;

Las Figuras 10 a 14 muestran secciones transversales de un quinto motor rotatorio de acuerdo con la invención en las posiciones primera a quinta, respectivamente;

Las Figuras 15 y 16 muestran la superficie del primer elemento de rotación del quinto motor rotatorio de acuerdo con la invención en las posiciones sexta y séptima, respectivamente;

La Figura 17 muestra la superficie del primer elemento de rotación de un sexto motor rotatorio de acuerdo con la invención;

La Figura 18 muestra una sección transversal de un séptimo motor rotatorio de acuerdo con la invención;

La Figura 19 muestra una sección transversal de un octavo motor rotatorio de acuerdo con la invención;

Las Figuras 20 a 27 muestran secciones transversales del octavo motor rotatorio de acuerdo con la invención en las posiciones primera a octava, respectivamente;

ES 2 293 265 T3

Las Figuras 28 y 29 muestran secciones transversales de un noveno motor rotatorio de acuerdo con la invención en las posiciones primera y segunda, respectivamente;

5 La Figura 30 muestra la superficie del primer elemento de rotación del noveno motor rotatorio de acuerdo con la invención;

La Figura 31 muestra una sección transversal de un primer compresor;

10 Las Figuras 32 y 33 muestran la superficie del primer elemento de rotación del primer compresor en las posiciones primera a tercera, respectivamente;

La Figura 34 muestra la superficie del primer elemento de rotación de un segundo compresor;

15 La Figura 35 muestra una sección transversal de un tercer compresor;

La Figura 36 muestra la superficie del primer elemento de rotación del tercer compresor;

La Figura 37 muestra una sección transversal de un décimo motor rotatorio de acuerdo con la invención;

20 Las Figuras 38 y 39 muestran secciones transversales de un undécimo y duodécimo motor rotatorio de acuerdo con la invención respectivamente;

25 La Figura 40 muestra un perfil lateral de un segundo elemento de rotación de un decimotercer motor rotatorio de acuerdo con la invención;

La Figura 41 muestra una sección transversal de un decimocuarto motor rotatorio de acuerdo con la invención;

30 Las Figuras 42, 43, 44 y 45 ilustran características de los segundos elementos de rotación mostrados en las figuras 1 a 41; y

La Figura 46 ilustra características de los dispositivos mostrados en las figuras 1 a 41.

35 Debe observarse que todas las figuras son esquemáticas y, por lo tanto, no están a escala. Por ejemplo, ciertas dimensiones pueden haberse exagerado por claridad.

Las Figuras 1 a 5 muestran un primer motor rotatorio de acuerdo con la invención. El primer motor rotatorio comprende un primer elemento de rotación 1, una carcasa 2, tres segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c, tres bujías 8a, 8b, 8c y un árbol de salida de energía (no mostrado).

40 El primer elemento de rotación 1 está montado para girar alrededor de un primer eje 6. El primer elemento de rotación 1 es un bloque de material sustancialmente cilíndrico, pero que tiene grandes variaciones de radio. El primer elemento de rotación 1 está hecho de acero, aunque los especialistas en la técnica entenderán que puede hacerse ventajosamente de otros materiales. Los materiales adecuados para los otros componentes descritos del primer motor rotatorio serán conocidos también para los especialistas en la técnica.

45 El primer elemento de rotación 1 sustancialmente cilíndrico está formado esencialmente a partir de cuatro segmentos que tiene cada uno un radio diferente: un segmento de cierre hermético 1a, un segmento de compresión 1b, un segmento de combustión 1c y un segmento de expansión 1d. El segmento de cierre hermético 1a gira un ángulo muy pequeño alrededor del primer eje 6 pero tiene el mayor radio. Cada uno de los segmentos de compresión, combustión y expansión 1b, 1c, 1d gira ligeramente menos de 120° alrededor del primer eje.

50 Durante la rotación, el segmento de cierre hermético 1a va seguido por el segmento de compresión 1b, que va seguido por el segmento de combustión 1c, que va seguido por el segmento de expansión 1d. El radio del segmento de combustión 1c es ligeramente menor que el radio del segmento de cierre hermético 1a. El radio del segmento de compresión 1b es menor que el segmento de combustión 1c. El radio del segmento de expansión 1d es menor que el segmento de compresión 1b. El primer elemento de rotación 1 comprende también un paso de entrada de fluido 4 y un paso de salida de fluido 9 adyacente al segmento de cierre hermético 1a.

60 La carcasa 2 incluye una superficie sustancialmente cilíndrica de radio constante centrada alrededor del primer eje 6 y que encierra parcialmente el primer elemento de rotación 1. La carcasa 2 tiene también paredes finales 2a que evitan el movimiento axial del primer elemento de rotación 1 a lo largo del primer eje 6. Las paredes finales 2a proporcionan también un cierre hermético entre la carcasa 2 y los extremos del primer elemento de rotación 1.

65 Se define una cavidad 5a, 5b, 5c entre el primer elemento de rotación 1 y la carcasa 2. El área de la sección transversal de la cavidad 5a, 5b, 5c varía alrededor del primer eje 6 dependiendo del radio del primer elemento de rotación 1. Por ejemplo, el área de la sección transversal de la cavidad es pequeña donde es adyacente al segmento de combustión 1c, y el área de la sección transversal de la cavidad es grande donde es adyacente al segmento de expansión 1d. No hay cavidad adyacente al segmento de cierre hermético 1a del primer elemento de rotación 1. El

ES 2 293 265 T3

segmento de cierre hermético 1a está, en lugar de ello, en contacto con la carcasa 2 proporcionando un cierre hermético. El segmento de cierre hermético 1a forma también el principio y el fin de la cavidad 5a, 5b, 5c. Durante la rotación del primer elemento de rotación 1, la cavidad 5a, 5b, 5c gira también.

5 Cada uno de los tres segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c está montado alrededor de la carcasa 2 a intervalos de 120° alrededor del primer eje 6. Los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c están montados todos a la misma distancia axial desde los extremos de la carcasa 2. Cada uno de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c está montado para girar alrededor de ejes respectivos que son perpendiculares al primer eje 6 y un radio del primer elemento de rotación 1. Durante la rotación de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c, cada uno de ellos se proyecta a
10 través de la carcasa 2 hacia la cavidad 5a, 5b, 5c en cantidades variables. Se forma un cierre hermético entre cada uno de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c y la carcasa 2.

La Figura 3 muestra un perfil lateral de uno de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c y el eje 7 alrededor del cual gira. Las Figuras 4 y 5 muestran secciones transversales del motor, perpendiculares al eje 7. Las Figuras 4 y 5
15 muestran claramente las paredes finales 2a de la carcasa 2, así como la superficie cilíndrica. Puede observarse a partir de la figura 3 que, en común con el primer elemento de rotación 1, cada segundo elemento de rotación 3a, 3b, 3c está formado esencialmente a partir de cuatro segmentos que tiene cada uno un radio diferente. El radio de cada uno de los segmentos del segundo elemento de rotación 3a, 3b, 3c está diseñado de manera que, durante el funcionamiento, cada uno de los segmentos de cada uno de los segundos elementos de rotación cooperan con un segmento diferente 1a, 1b,
20 1c, 1d del primer elemento de rotación 1 proporcionando un cierre hermético. Los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c definen por lo tanto tres o cuatro partes de trabajo de la cavidad.

Los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c son componentes finos y planos. Sin embargo, puede observarse a partir de las figuras 1 y 2, y como entenderán los especialistas en la técnica, es necesario un cierto espesor para soportar
25 las fuerzas presentes en los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c durante el funcionamiento. Los especialistas en la técnica entenderán también que la forma de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c debe diseñarse de manera que se forme un buen cierre hermético con el primer elemento de rotación 1. Cada uno de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c se accionan para que giren a la misma velocidad angular que el primer elemento de rotación. Los especialistas en la técnica conocen bien diversos mecanismos para accionar los segundos elementos de rotación 3a, 3b,
30 3c a la misma velocidad angular que el primer elemento de rotación. Por ejemplo, los elementos pueden conectarse juntos mediante engranajes.

Cada una de las bujías 8a, 8b, 8c está montada en la carcasa 2 a intervalos de 120° alrededor del primer eje 6, entre medias de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c. Las bujías 8a, 8b, 8c se enrasan con la superficie de la
35 carcasa de manera que no sobresalen hacia la cavidad. Los medios para hacer funcionar las bujías (no mostrados) los conocerán los especialistas en la técnica.

Durante el uso, el primer elemento de rotación se hace girar alrededor del primer eje 6. Haciendo referencia a las figuras 1 y 4, según gira el primer elemento de rotación 1, los gases en forma de combustible vaporizado y oxígeno se
40 llevan hacia el primer motor rotatorio a través del paso de entrada de fluido 4. Los gases se llevan hacia una parte de trabajo de la cavidad definida entre el segmento de cierre hermético 1a del primer elemento de rotación 1 y el segundo elemento de rotación 3a. Esta cavidad de trabajo se expande según gira el primer elemento de rotación 1, creando de esta manera un vacío que atrae a los gases.

La Figura 2 muestra el primer motor rotatorio con el primer elemento de rotación 1 adelantado en 60° comparado con la figura 1. El segmento de cierre hermético 1a del primer elemento de rotación 1 ha girado ahora hasta el segundo
45 elemento de rotación 3c. La parte de trabajo de la cavidad, por lo tanto, está definida ahora entre los segundos elementos de rotación 3a y 3c. El paso de entrada de fluido 4 está a punto de girar pasado el segundo elemento de rotación 3c, provocando de esta manera que los gases que se han atraído hacia el motor rotatorio se encierren completamente.

La rotación adicional del primer elemento de rotación 1 hace que el segmento de combustión 1c empiece a girar hacia la parte de trabajo de la cavidad definida entre los segundos elementos de rotación 3a y 3c. El mayor radio del
50 segmento de combustión 1c comparado con el segmento de compresión 1b hace que el volumen de la parte de trabajo de la cavidad se reduzca. Como la parte de trabajo de la cavidad está totalmente cerrada, la presión de los gases aumenta. La presión de los gases continúa subiendo hasta que el volumen de la parte de trabajo de la cavidad alcanza un mínimo. Este volumen mínimo se alcanza cuando el segmento de combustión 1c del primer elemento de rotación 1 ha girado totalmente pasado el segundo elemento de rotación 3a.

En esta posición, los gases comprimidos en la parte de trabajo de la cavidad se prenden mediante la bujía 8c. La
60 combustión de los gases provoca un aumento repentino adicional de presión.

La rotación adicional del primer elemento de rotación 1 provoca que el segmento de expansión 1d empiece a girar hacia la parte de trabajo de la cavidad definida entre los segundos elementos de rotación 3a y 3c. El menor radio del
65 segmento de expansión 1d comparado con el segmento de combustión 1c provoca que aumente el volumen de la parte de trabajo de la cavidad. Los gases altamente presurizados realizan trabajo según se expanden, aumentando de esta manera la potencia el motor. Los gases continúan realizando trabajo hasta que el segmento de expansión 1d del primer elemento de rotación 1 ha girado totalmente pasado el segundo elemento de rotación 3a. Debido a la compresión y a que los segmentos de expansión 1b, 1d del primer elemento de rotación 1 tienen diferentes radios, las relaciones de

ES 2 293 265 T3

compresión y de expansión del primer motor rotatorio pueden ser diferentes. La invención permite por lo tanto el uso eficaz del ciclo de Atkinson-Miller.

5 Finalmente, el segmento de cierre hermético la empieza a girar hacia la parte de trabajo de la cavidad definida entre los segundos elementos de rotación 3a y 3c. Los gases agotados se fuerzan hacia fuera a través del paso de salida de fluido 9 y comienza un nuevo ciclo según se atraen gases frescos hacia la parte de trabajo de la cavidad a través del paso de entrada de fluido 4.

10 Durante el funcionamiento del motor, el ciclo de compresión-combustión-expansión descrito anteriormente se está realizando también simultáneamente en las cavidades de trabajo definidas entre los segundos elementos de rotación 3a y 3b, y 3b y 3c. Se puede tomar la energía del primer motor rotatorio mediante un árbol de salida de energía (no mostrado) acoplado al primer elemento de rotación 1.

15 La Figura 6 muestra un segundo motor rotatorio de acuerdo con la invención. En este motor rotatorio, a los componentes que realizan la misma función que los mostrados en las figuras 1 a 5 se les dan los mismos números. El segundo motor rotatorio tiene un primer elemento de rotación anular 1 que se monta externo a la carcasa 2. Tres segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c se montan dentro de la carcasa 2. El segundo motor rotatorio funciona de la misma manera que el primer motor rotatorio, realizándose un ciclo de compresión-combustión-expansión simultáneamente en las partes de trabajo de la cavidad definidas entre segundos elementos de rotación adyacentes.

20 La Figura 7 muestra un tercer motor rotatorio de acuerdo con la invención. En el tercer motor rotatorio, el primer elemento de rotación 1 es sustancialmente cilíndrico. Sin embargo, los segmentos de cierre hermético, compresión, combustión y expansión 1a, 1b, 1c, 1d sobresalen todos en una dirección paralela al primer eje 6. La carcasa 2, incluyendo las paredes finales 2a para la misma toma la forma de un anillo que se extiende alrededor del primer eje 6 con una sección transversal con forma de canal. Independientemente, el tercer motor rotatorio funciona de una manera similar al primer y segundo motores rotatorios. Ventajosamente, el tercer motor rotatorio permite también que se integren aletas de refrigeración en un lado del primer elemento de rotación. Otras disposiciones del primer elemento de rotación serán obvias para los especialistas en la técnica.

30 En el tercer motor rotatorio, las paredes finales de la carcasa 2 no son paralelas, estando a un ángulo θ entre sí. El ángulo θ es el ángulo alrededor del centro del segundo elemento de rotación definido por las superficies internas de las paredes finales de la carcasa 2a. Durante el uso, cuando el volumen de la parte de trabajo de la cavidad está a un mínimo, un segmento de cada uno de los segundos elementos de rotación que define la parte de trabajo debe proyectarse simultáneamente hacia la carcasa mediante al menos el ángulo θ . En el tercer motor rotatorio, que emplea tres segundos elementos de rotación, cada uno de los segundos elementos de rotación está desfasado en un ángulo de 120° . El segmento de los segundos elementos de rotación correspondiente al segmento de combustión del primer elemento de rotación debe girar por lo tanto un ángulo de $120^\circ + \theta$.

40 Las paredes finales 2a de la carcasa 2 mostradas en la figura 7 proporcionan una disposición más eficaz que la mostrada en las figuras 4 y 5 porque el ángulo θ es menor.

45 En los motores rotatorios mostrados en las figuras 4, 5 y 7, el ángulo θ debe ser pequeño de manera que, una vez que un segmento de un segundo elemento de rotación ha girado hacia la carcasa 2 en un ángulo θ para formar un cierre hermético y definir dos partes de trabajo de la cavidad, el cierre hermético se mantiene hasta que el segmento del primer elemento de rotación 1 con el que está cooperando ha girado y pasado. Esto limita el tamaño de la cavidad y de esta manera la energía que puede producir el motor.

50 Las Figuras 8 y 9 muestran un cuarto motor rotatorio de acuerdo con la invención que supera el problema anterior. El ángulo θ es mayor en el cuarto motor rotatorio que en los motores rotatorios primero a tercer. Este aumento del ángulo θ se consigue modificando los segmentos que constituyen el primer elemento de rotación 1 y cada uno de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c. En el cuarto motor rotatorio, el segmento de cada uno de los segundos elementos de rotación que coopera con el segmento de combustión 1c del primer elemento de rotación abarca un ángulo de $\theta + 120^\circ$. Esto asegura que se defina un cierre hermético entre el segmento de combustión 1c del primer elemento de rotación y el segundo elemento de rotación pertinente durante una duración suficiente. Para acomodar este giro adicional, se reduce el giro del segmento de cada uno de los segundos elementos de rotación que coopera con el segmento de compresión 1b del primer elemento de rotación 1. Sin embargo, el radio de este segmento se aumenta para compensar la reducción de giro. Esto va acompañado de una reducción correspondiente en el giro y reducción en el radio del segmento de compresión 1b del primer elemento de rotación 1.

60 Cuando los gases se atraen hacia el cuarto motor rotatorio, se atraen hacia una parte de trabajo de la cavidad que es adyacente al segmento de compresión 1b del primer elemento de rotación 1. Aunque este segmento gira un ángulo menor del primer elemento de rotación 1 que en los motores rotatorios primero a tercero, el volumen de la parte de trabajo de la cavidad inmediatamente antes de la compresión es similar porque el radio del segmento de compresión 1b es más pequeño, dando así un área mayor de la sección transversal de la cavidad.

65 Las Figuras 10 a 16 muestran un quinto motor rotatorio de acuerdo con la invención. En común con el cuarto motor rotatorio, los radios del segmento de compresión y el segmento de expansión del primer elemento de rotación 1 son iguales. El segmento de compresión y el segmento de expansión giran también ángulos diferentes.

ES 2 293 265 T3

En la figura 10, el extremo del segmento de cierre hermético del primer elemento de rotación 1 justo acaba de girar pasado el segundo elemento de rotación 3a, y de esta manera se empieza a atraer a los gases hacia la parte de trabajo de la cavidad mediante la abertura cerca del segmento del segundo elemento de rotación 3a que coopera con el segmento de compresión 1b del primer elemento de rotación 1.

En la figura 11, el motor ha rotado adicionalmente. Los gases aún se están atrayendo hacia el motor, aunque esto no se muestra. El segmento del segundo elemento de rotación 3a que coopera con el segmento de compresión del primer elemento de rotación 1 ha girado ahora hacia el primer elemento de rotación, formando de esta manera un cierre hermético y definiendo dos partes de trabajo de la cavidad.

En la figura 12, el motor casi ha girado para cooperar con el segmento de combustión del primer elemento de rotación 1.

En la figura 13, el motor ha girado 120 grados más. En el otro extremo de la parte de trabajo de la cavidad, el elemento de rotación está en la posición mostrada en la figura 12. Los gases están ahora a su compresión máxima y ocurre la combustión.

En la figura 14, el motor ha girado adicionalmente. El segundo elemento de rotación 3a está cooperando ahora con el segmento de expansión del primer elemento de rotación 1. Los gases, por lo tanto, están realizando trabajo según se expanden.

La rotación adicional del motor hace que el segundo elemento de rotación 3a vuelva a la posición mostrada en la figura 10, punto en el cual los gases están totalmente expandidos. Adicionalmente también, la rotación del motor hace que los gases agotados se expulsen del motor, como se muestra en la figura 11.

Las Figuras 15 y 16 muestran la superficie del primer elemento de rotación 1 del quinto motor rotatorio. Las Figuras 15 y 16 muestran también las posiciones relativas de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c. En la figura 16, el primer elemento de rotación 1 ha girado 60° comparado con la figura 15. Las áreas sombreadas muestran las superficies del primer elemento de rotación 1 que define la cavidad, y los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c.

La Figura 17 muestra la superficie del primer elemento de rotación 1 de un sexto motor rotatorio de acuerdo con la invención. La 17 muestra también las posiciones relativas de los segundos elementos de rotación 3. El sexto motor rotatorio tiene seis segundos elementos de rotación 3 que realizan el ciclo de compresión-combustión-expansión en seis partes de trabajo de la cámara. El proporcionar seis segundos elementos de rotación 3 permite situarlos individualmente en lados opuestos del primer eje 6, equilibrando de esta manera las fuerzas generadas durante la combustión. Esto minimiza las fuerzas netas en el primer elemento de rotación 1, y asegura que el centro de masas del primer elemento de rotación 1 se encuentre en el primer eje 6.

La Figura 18 muestra una sección transversal de un séptimo motor rotatorio de acuerdo con la invención. El séptimo motor rotatorio tiene también seis segundos elementos de rotación 3 que realizan el ciclo de compresión-combustión-expansión en seis partes de trabajo de la cámara. Las fuerzas generadas durante la combustión se equilibran situando los segundos elementos de rotación 3 en lados opuestos del primer elemento de rotación 1.

Las Figuras 19 a 27 muestran secciones transversales de un octavo motor rotatorio de acuerdo con la invención. El octavo motor rotatorio comprende un gran número de segundos elementos de rotación 3 distribuidos alrededor de la carcasa 2. Cada uno de los segundos elementos de rotación 3 incluye dos lóbulos de distinta longitud. Según giran los segundos elementos de rotación 3, se proyectan hacia una cavidad definida entre el primer elementos de rotación 1 y la carcasa 2. A diferencia de los motores rotatorios primero a séptimo, el área de la sección transversal de la cavidad varía gradualmente alrededor del primer eje 6.

Las Figuras 20 a 27 muestran el octavo motor rotatorio en diversas etapas del procedimiento de compresión-combustión-expansión. En la figura 20, el segundo elemento de rotación 3 ha girado a una posición en la que no se proyecta hacia el primer elemento de rotación 1. En esta posición, se forma un cierre hermético entre el primer elemento de rotación 1 y la carcasa 2. Este cierre hermético define los dos extremos de la cavidad que se extiende alrededor del primer eje 6 y asegura que los gases recientes atraídos hacia la cavidad no se mezclen con los gases agotados.

En la figura 21, el primer elemento de rotación 1 ha girado hacia la cavidad definida entre el primer elemento de rotación 1 y la carcasa 2. Una parte de trabajo de la cavidad se define ahora entre el cierre hermético formado por el primer elemento de rotación 1 y la carcasa 2, y el segundo elemento de rotación 3. Los gases se atraen hacia la parte de trabajo de la cavidad según se expanden a través de un paso de entrada de fluido 4, como se indica mediante la flecha.

El motor continúa girando y los gases se atraen hacia la cavidad hasta que el segundo elemento de rotación 3 ha girado hacia la posición mostrada en la figura 22. En esta posición, la parte de trabajo de la cavidad se define entre segundos elementos de rotación 3 adyacentes. El paso de entrada de fluido 4 ha girado lejos de la parte de trabajo de la cavidad, que ahora está totalmente cerrada.

ES 2 293 265 T3

La rotación adicional del motor hace que el segundo elemento de rotación gire adicionalmente, como se muestra en la figura 23. En esta posición, la parte de trabajo de la cavidad se ha contraído, comprimiendo de esta manera los gases contenidos en su interior.

5 La parte de trabajo de la cavidad continúa contrayéndose hasta que el segundo elemento de rotación 3 alcanza la posición mostrada en la figura 24. En esta posición, el volumen de la parte de trabajo de la cavidad está al mínimo y los gases contenidos en su interior se han comprimido. Después se induce la combustión de los gases, provocando de esta manera un aumento adicional en la presión de los gases.

10 La rotación continua del motor provoca que la cavidad se expanda, como se muestra en la figura 25. Los gases realizan trabajo según se expanden, y se extrae energía del motor mediante un árbol de salida de energía (no mostrado) acoplado al primer elemento de rotación.

15 Los gases en la parte de trabajo de la cavidad continúan expandiéndose hasta que el segundo elemento de rotación 3 alcanza la posición mostrada en la figura 26. En esta posición, el volumen de la parte de trabajo de la cavidad alcanza un máximo. El área de la sección transversal de la cavidad mostrada en la figura 26 es mayor que la mostrada en la figura 22. La relación de expansión del motor es, por lo tanto, mayor que su relación de compresión. Son posibles relaciones de expansión y compresión diferentes porque cada uno de los segundos elementos de rotación 3 incluye dos lóbulos de diferente forma. Uno de los lóbulos se usa durante la compresión y el otro se usa durante la expansión.

20 Una vez que los gases se expandido completamente, el motor continúa girando de manera que se expulsan los gases agotados, como se muestra en la figura 27. En esta posición, el segundo elemento de rotación 3 ha girado adicionalmente de manera que la parte de trabajo de la cavidad se está contrayendo. El primer elemento de rotación 1 ha girado también de manera que un canal de salida de fluido se expone a la parte de trabajo de la cavidad. Según se contrae la parte de trabajo de la cavidad, los gases contenidos en su interior se expulsan desde el motor a través del paso de salida de fluido 9, completando de esta manera un ciclo del motor rotatorio.

30 Las Figuras 28 a 30 muestran un noveno motor rotatorio de acuerdo con la invención. El noveno motor rotatorio utiliza válvulas deslizantes 10 para controlar su relación de compresión. Las válvulas deslizantes 10 se localizan en una región de la superficie de la carcasa que define la parte de trabajo de la cavidad durante la compresión de los gases, pero no durante la expansión de los gases. Esto se consigue asegurando que el segmento de cada uno de los segundos elementos de rotación que coopera con el segmento de compresión del primer elemento de rotación 1 tiene el mayor radio.

35 Para evitar que los gases agotados pasen a través de las válvulas deslizantes 10, dentro del primer elemento de rotación 1 se proporciona el paso de salida de fluido 9, como se muestra en la figura 29. En este sentido, el noveno motor rotatorio es diferente de los otros motores rotatorios de acuerdo con la invención, por ejemplo el quinto motor mostrado en la figura 11. El diseño del primer elemento de rotación 1, como se muestra en la figura 29, permite fluir a los gases entre las partes de trabajo de la cavidad definida en lados opuestos del segundo elemento de rotación 3a durante la expulsión, proporcionando de esta manera una ruta de salida para los gases según se contrae la parte de trabajo de la cavidad.

40 La Figura 30 muestra la superficie del primer elemento de rotación 1 del noveno motor rotatorio, junto con una indicación de las posiciones relativas de los segundos elementos de rotación 3a, 3b, 3c y las válvulas deslizantes 10. Cada una de las válvulas 10 tiene una cubierta deslizante 11. La Figura 30 muestra la posición de las cubiertas deslizantes cuando las válvulas deslizantes 10 están completamente abiertas.

50 Las válvulas deslizantes 10 permiten modificar el ciclo de compresión-combustión-expansión del motor. En particular, el ciclo puede modificarse de manera que parte de los gases comprimidos se purgan de la parte de trabajo de la cavidad antes de la combustión, reduciendo de esta manera la relación de compresión del motor. Preferiblemente, los gases purgados se reciclarán para reducir la ineficacia del combustible. Alterando la extensión en la que se abren las válvulas deslizantes 10, puede controlarse la presión de los gases y, de esta manera, la relación de compresión del motor. De esta manera, las válvulas deslizantes 10 pueden usarse para controlar la salida de energía del motor.

55 Las válvulas deslizantes 10 sólo se usan durante la compresión de los gases. Por lo tanto, las válvulas deslizantes 10 pueden permanecer en la misma posición durante todo el ciclo de compresión-combustión-expansión. Las posiciones de las válvulas deslizantes 10 sólo se modifican si se desea un cambio en la relación de compresión del motor. Este principio operativo difiere de un motor de combustión convencional, en el que las válvulas se abren y se cierran en cada ciclo de compresión-combustión-expansión.

60 Son posibles otras configuraciones de válvula, que serán conocidas por los especialistas en la técnica. Por ejemplo, pueden proporcionarse válvulas laterales adicionales, las cubiertas deslizantes de las válvulas laterales pueden deslizarse en direcciones diferentes a las mostradas en las figuras, y pueden proporcionarse válvulas laterales sin cubiertas deslizantes en lugar de válvulas deslizantes. Las válvulas pueden formar la entrada exclusiva de fluido para el motor rotatorio o, de otra manera, pueden proporcionarse junto con uno o más pasos de entrada de fluido en el primer elemento de rotación 1. Cuando las válvulas forman una entrada de fluido al motor rotatorio, pueden usarse para ajustar el ritmo al que los gases no se atraen más hacia el motor.

ES 2 293 265 T3

Las Figuras 31 a 33 muestran un primer compresor. El primer compresor funciona de una manera similar a los motores rotatorios de acuerdo con la invención descrita anteriormente. Sin embargo, la eliminación de las etapas de combustión y expansión del ciclo operativo permite la simplificación. El compresor comprende un único segundo elemento de rotación 3 que gira a la mitad de la velocidad angular del primer elemento de rotación 1. Los gases se atraen hacia el compresor, se comprimen y después se liberan mediante una válvula deslizante 10. La válvula deslizante 10 puede usarse para controlar la extensión en la que los gases son comprimidos por el compresor. El primer elemento de rotación 1 puede diseñarse de forma que, durante la liberación de los gases comprimidos, los gases pueden fluir entre las partes de trabajo de la cavidad definida en lados opuestos del segundo elemento de rotación 3. Esto proporciona una ruta de salida para los gases según se contrae la parte de trabajo de la cavidad.

El compresor puede comprender dos segundos elementos de rotación para equilibrar las fuerzas en el primer elemento de rotación 1. Esto puede conseguirse usando las técnicas descritas en las figuras 17 y 18 y las descripciones de las mismas.

La Figura 34 muestra un segundo compresor. En este compresor, el volumen de la parte de trabajo de la cavidad es mayor que en el primer compresor.

Las Figuras 35 y 36 muestran un tercer compresor. En este compresor, se usan válvulas deslizantes 10 para controlar la admisión de gases en lugar de su expulsión.

El primer, segundo, y tercer compresores pueden funcionar como expansores. En este caso, los gases comprimidos se suministran a la salida de fluido y el primer y segundos elementos de rotación se dirigen en las direcciones opuestas a las mostradas en las figuras.

La Figura 37 muestra una sección transversal de un décimo motor rotatorio de acuerdo con la invención. En el décimo motor rotatorio, se han añadido numerosos dientes pequeños 12 a los segundos elementos de rotación 3. De esta manera, el primer elemento de rotación 1 puede accionar directamente los segundos elementos de rotación 3 a la velocidad angular correcta. Preferiblemente, los pequeños dientes 12 y las partes del primer elemento de rotación 1 con las que se engranan tienen esquinas redondeada.

Las Figuras 38 y 39 muestran secciones transversales de los motores rotatorios undécimo y duodécimo de acuerdo con la invención respectivamente. El undécimo motor rotatorio comprende segundos elementos de rotación 3 cuyo centro de gravedad está en su eje de rotación. Esto proporciona facilidad de fabricación y se consigue proporcionando dos veces como tantos segmentos se proporcionen en los segundos elementos de rotación de las otras invenciones rotatorias descritas. Los segmentos de los segundos elementos de rotación 3 giran ángulos menores que en los otros motores rotatorios descritos, y de esta manera los volúmenes de las cavidades de las partes de trabajo de la cavidad que definen son más pequeños. Sin embargo, en alguna extensión esto se compensa en el undécimo motor rotatorio porque tiene cavidades en cualquiera de los lados del segundo elemento de rotación 3. De esta manera, el undécimo motor rotatorio puede funcionar como un motor compuesto.

En el duodécimo motor rotatorio, como se muestra en la figura 39, las dos cavidades se sitúan desfasadas, produciendo de esta manera una salida de energía más suave. El exceso de material se ha retirado también del primer elemento de rotación 1 del duodécimo motor rotatorio. Esto minimiza el peso del motor, minimiza el área de contacto entre el primer elemento de rotación 1 y la carcasa 2, y proporciona una ventilación potenciada para el motor.

La forma de los segundos elementos de rotación corresponde a la forma de la sección transversal de la cavidad. Como la fuerza es proporcional a una diferencia de presión multiplicada por el área, el diseño cuidadoso de la forma de los segundos elementos de rotación puede proporcionar un motor que tiene una salida de energía que es constante en toda la revolución. Para un motor que tiene una única cavidad, el área del primer elemento de rotación en la que se realiza trabajo es la diferencia entre el área de los segundos elementos de rotación que definen cada extremo de la cavidad. Puede calcularse el volumen y, de esta manera, la presión de los gases dentro de una cavidad. Esta presión y volumen permiten el cálculo de la energía disponible como una función de la rotación del primer elemento de rotación, permitiendo de esta manera el cálculo del par de torsión del motor.

Puede encontrarse el par de torsión de cada cavidad. Después puede encontrarse la forma para los segundos elementos de rotación que proporciona un motor que tiene una salida suave del par de torsión.

La forma de los segundos elementos de rotación puede especificarse mediante el radio como una función del ángulo. Especificando un objetivo tal como “maximizar el par de torsión mínimo” permite procedimientos computacionales conocidos por los especialistas en la técnica que usarán para encontrar una forma del segundo elemento de rotación que proporciona un motor que tiene una salida de energía suave.

La Figura 40 muestra un ejemplo de una forma del segundo elemento de rotación 3 que puede usarse proporcionando un motor que tiene salida de energía suave. El diente afilado en la parte superior izquierda del segundo elemento de rotación 3a reduce el área que realiza la compresión de los gases cuando la presión es alta. Análogamente, el diente afilado en la parte inferior derecha del segundo elemento de rotación 3a permite una expansión gradual de los gases cuando la presión es alta, y una expansión rápida de los gases cuando la presión es menor, proporcionando de esta manera un motor que tiene una salida de energía estacionaria.

ES 2 293 265 T3

La Figura 41 muestra una sección transversal de un decimocuarto motor rotatorio de acuerdo con la invención. El decimocuarto motor rotatorio tiene un primer elemento de rotación anular 1 que se monta externo a la carcasa 2. Dos segundos elementos de rotación 3a, 3b se montan dentro de la carcasa 2. En el decimocuarto motor rotatorio, estos elementos se han montado de manera que el plano de los segundos elementos de rotación no corta el eje del primer elemento de rotación. Esto permite a los segundos elementos de rotación tengan un radio máximo mayor que el radio interno de la carcasa, permitiendo un volumen de trabajo mayor para un radio de motor dado. También, este motor tiene un radio de carcasa relativamente pequeño comparado con el radio externo del primer elemento de rotación. Esto da un área relativamente pequeña para la fricción entre el primer elemento de rotación y la carcasa, y una longitud relativamente pequeña para fugas entre la carcasa y el primer elemento de rotación. Esta configuración proporciona también estos beneficios para compresores y expansores. Las Figuras 42 a 46 ilustran algunas de las características del dispositivo de acuerdo con la invención que lo distinguen de los dispositivos rotatorios conocidos. Se observa que las piezas mostradas en estas figuras ya se han descrito con referencia a figuras anteriores, y que las figuras 42 a 46 no añaden un conocimiento adicional requerido para construir el motor o entender su funcionamiento.

Las Figuras 42 a 44 ilustran segundos elementos de rotación 3 que, como puede observarse, tienen un gran diente. La Figura 45 ilustra un segundo elemento de rotación que, como puede observarse, tiene dos grandes dientes. Los dientes son las partes del segundo elemento de rotación que sobresalen hacia la cavidad definida por la carcasa y el primer elemento de rotación en algún momento del ciclo. Los dientes definen un "ángulo de diente", φ , medido alrededor del eje del elemento de rotación 3. Típicamente, el segundo elemento de rotación está diseñado de manera que el ángulo de diente es justo menor que $360^\circ/t$, donde t es el número de dientes. En las Figuras 42 y 43, el ángulo de diente φ está justo por debajo de 360° , y el diente único comprende tres segmentos integrales, o partes que se proyectan. En la Figura 45, el ángulo de diente está justo por debajo de 180° , y cada diente comprende tres segmentos integrales, o partes que se proyectan. La Figura 46 ilustra que la carcasa 2 puede observarse como que tiene un ángulo de ranura, ψ , medido alrededor del eje del primer elemento de rotación 3, y definido por la región en la que el segundo elemento de rotación puede proyectarse hacia la cavidad. En las realizaciones más naturales del dispositivo, el ángulo de diente φ es mayor que el ángulo de ranura ψ .

Las realizaciones anteriores de la invención descritas con referencia a las figuras son puramente realizaciones preferidas, y se describe únicamente a modo de ejemplo. Resultará evidente para los especialistas en la técnica que hay otras muchas realizaciones de la invención no descritas, y el alcance de la invención se define mediante las reivindicaciones.

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 293 265 T3

REIVINDICACIONES

1. Un motor rotatorio para usar con fluidos compresibles, comprendiendo el motor:

5 un primer elemento de rotación (1) montado para girar alrededor de un primer eje;

10 una carcasa (2) que tiene una superficie que encierra al menos una parte del primer elemento de rotación, una cavidad alargada con área de la sección transversal variable que está definida entre una superficie del primer elemento de rotación y la superficie de la carcasa y que varía alrededor del primer eje dependiendo del radio del primer elemento de rotación; y

15 una pluralidad de segundos elementos de rotación (3) montados para girar alrededor de segundos ejes respectivos diferentes, estando montado cada segundo elemento de rotación para proyectarse a través de una ranura en la superficie de la carcasa y para cooperar con el primer elemento de rotación de la superficie para dividir la cavidad en partes de trabajo adyacentes,

20 en el que cada segundo elemento de rotación comprende una pluralidad de partes que se proyectan que tienen radios respectivos diferentes alrededor del segundo eje, haciendo los diferentes radios que las partes que se proyectan se proyecten hacia la cavidad en diferentes cantidades respectivas, de manera que los volúmenes de las partes de trabajo varían según giran el primer y los segundos elementos de rotación,

25 en el que, durante el uso, los fluidos en una parte de trabajo experimentan compresión, combustión y expansión como un volumen cerrado, estando definido el volumen cerrado durante la compresión, combustión y expansión por los dos mismos segundos elementos de rotación adyacentes.

30 2. El motor de la reivindicación 1, en el que cada parte que se proyecta de un segundo elemento de rotación abarca un ángulo alrededor del segundo eje respectivo, variando el radio de cada parte que se proyecta constantemente alrededor del eje.

35 3. El motor de la reivindicación 1, en el que cada parte que se proyecta de un segundo elemento de rotación abarca un ángulo alrededor del segundo eje respectivo, girando los radios de las partes que se proyectan alrededor del eje.

40 4. El motor de la reivindicación 3, en el que un número de las partes que se proyectan de cada segundo elemento de rotación sólo se proyecta parcialmente a través de una ranura respectiva en cualquier momento durante la rotación del primer y los segundos elementos de rotación.

45 5. El motor de la reivindicación 4, en el que el ángulo máximo abarcado por una ranura alrededor de un segundo eje respectivo es más pequeño que el ángulo abarcado por un número de las partes que se proyectan de cada segundo elemento de rotación.

50 6. El motor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer elemento de rotación de la superficie es una superficie cilíndrica.

55 7. El motor de la reivindicación 6, en el que el primer elemento de rotación es interno a la superficie de la carcasa y los segundos elementos de rotación son externos a la superficie de la carcasa.

8. El motor de la reivindicación 6, en el que el primer elemento de rotación es externo a la superficie de la carcasa y la pluralidad de segundos elementos de rotación son internos a la superficie de la carcasa.

9. El motor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la primera superficie de rotación es una superficie final.

10. El motor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un medio de ignición para la ignición de un fluido comprimido antes de la expansión.

11. El motor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer elemento de rotación comprende adicionalmente al menos un paso para la entrada de fluido y/o salida de fluido.

60 12. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la carcasa comprende adicionalmente numerosas válvulas, funcionando cada válvula como una entrada de fluido o salida de fluido únicamente cuando está adyacente a una parte de trabajo de la cavidad, y en el que cada válvula sólo está adyacente a una parte de trabajo de la cavidad durante una fracción de un ciclo del motor.

65 13. El dispositivo de la reivindicación 12, en el que, durante el uso, cada válvula nunca está adyacente a una parte de trabajo de la cavidad de volumen mínimo durante un ciclo del motor, evitando de esta manera el contacto entre las válvulas y fluidos a mayor presión.

ES 2 293 265 T3

14. El motor de la reivindicación 12 o 13, en el que cada una de la al menos una válvula funciona para variar el caudal de un fluido en una parte de trabajo de la cavidad, para variar la presión de fluido dentro de una parte de trabajo de la cavidad, o para variar la relación de compresión y/o de expansión del motor.

5 15. El motor de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que se usa control por retroalimentación de bucle cerrado para controlar el funcionamiento de cada una de la al menos una válvula, estando basado el control por retroalimentación de bucle cerrado en al menos un parámetro operativo del motor.

10 16. El motor de la reivindicación 17, en el que al menos un parámetro operativo del motor comprende al menos uno de presión de entrada del fluido, presión de salida del fluido y velocidad de giro.

15 17. El motor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los segundos elementos de rotación están distribuidos alrededor del primer elemento de rotación, estando montado cada segundo elemento de rotación para girar alrededor de un segundo eje respectivo que es perpendicular al primer eje.

18. El motor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer elemento de rotación de la superficie y la superficie de la carcasa definen adicionalmente un cierre hermético entre partes de trabajo de la cavidad.

20 19. El motor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, durante el uso, una cantidad de proyección dentro de la cavidad de cada uno de los segundos elementos de rotación aumenta hasta un primer máximo local, después disminuye hasta un mínimo local mayor de cero, después aumenta hasta un segundo máximo local, después disminuye a cero.

25 20. El motor de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, durante el uso, los fluidos en una parte de trabajo experimentan la compresión, combustión y expansión dentro de una rotación del primer elemento de rotación.

30

35

40

45

50

55

60

65

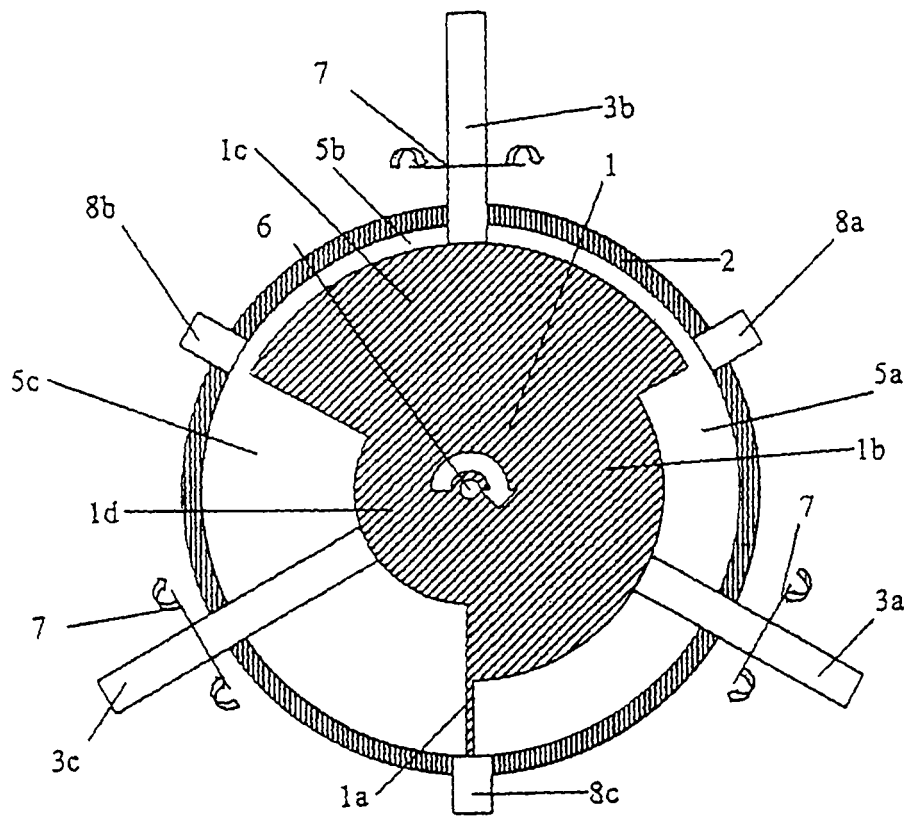


Figura 1

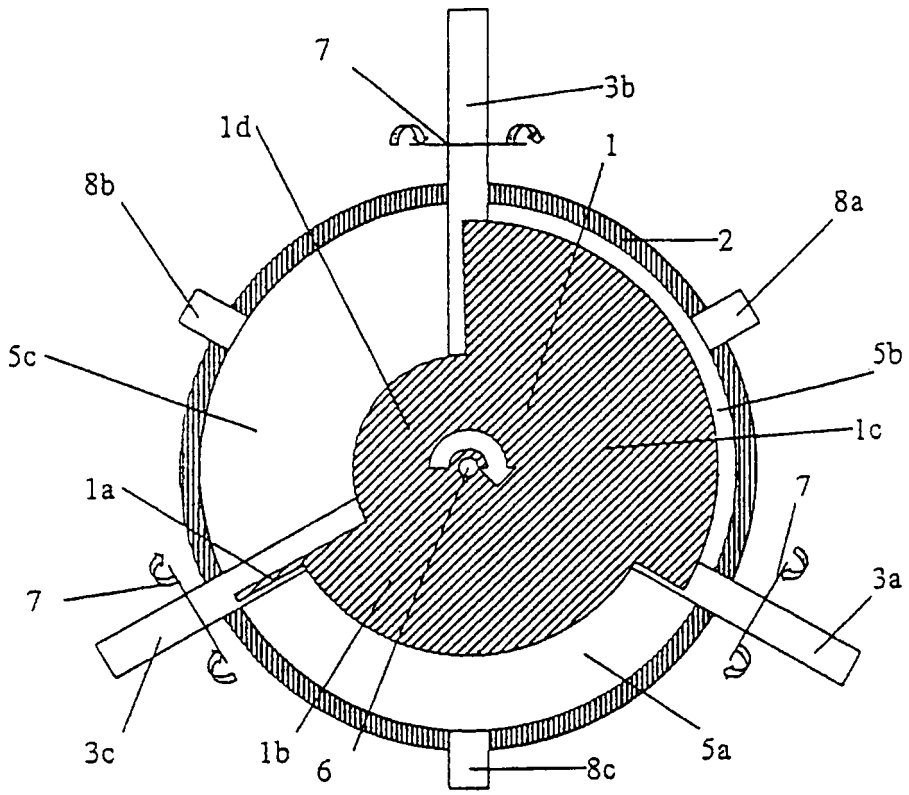


Figura 2

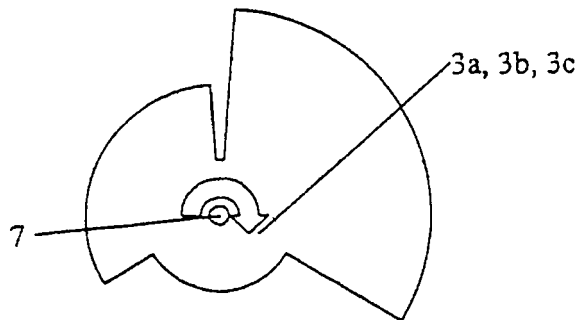


Figura 3

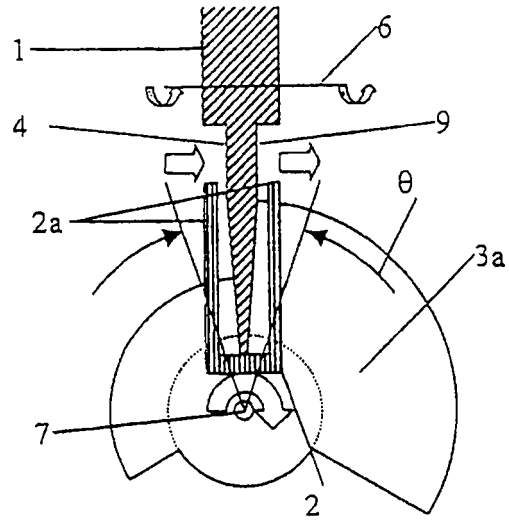


Figura 4

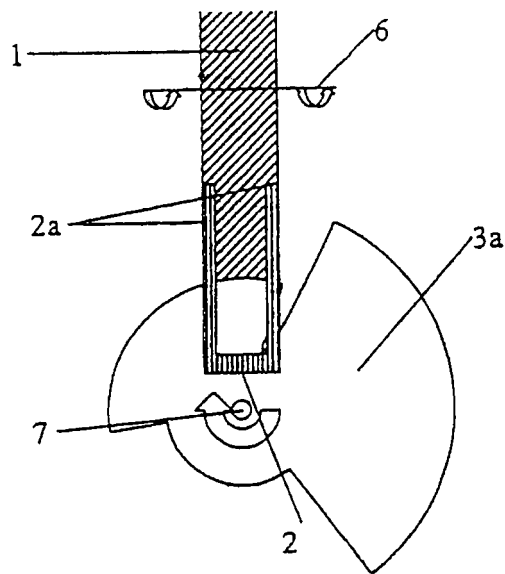


Figura 5

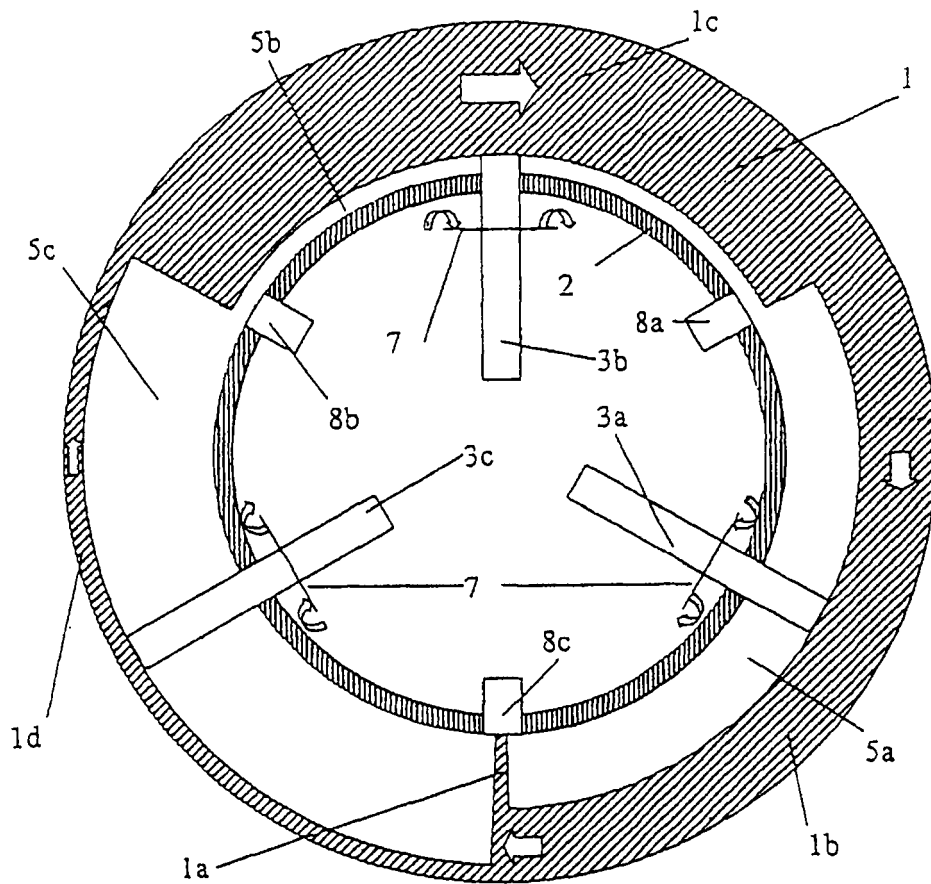


Figura 6

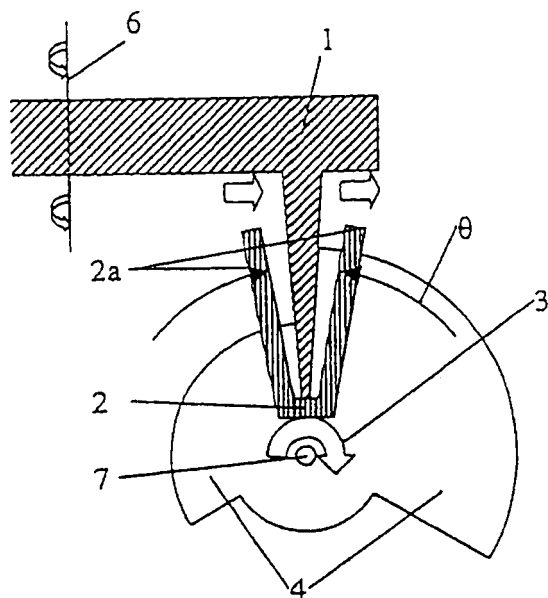


Figura 7

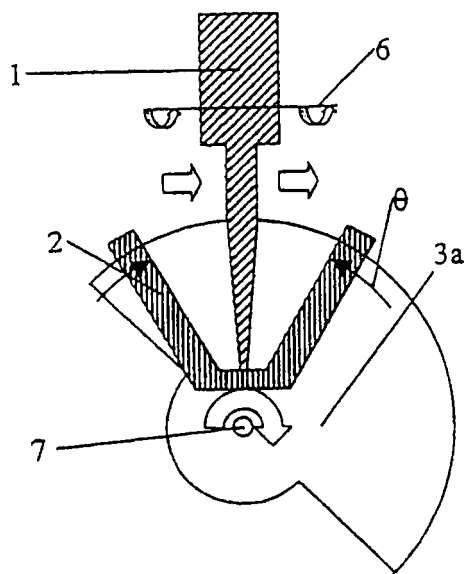


Figura 8

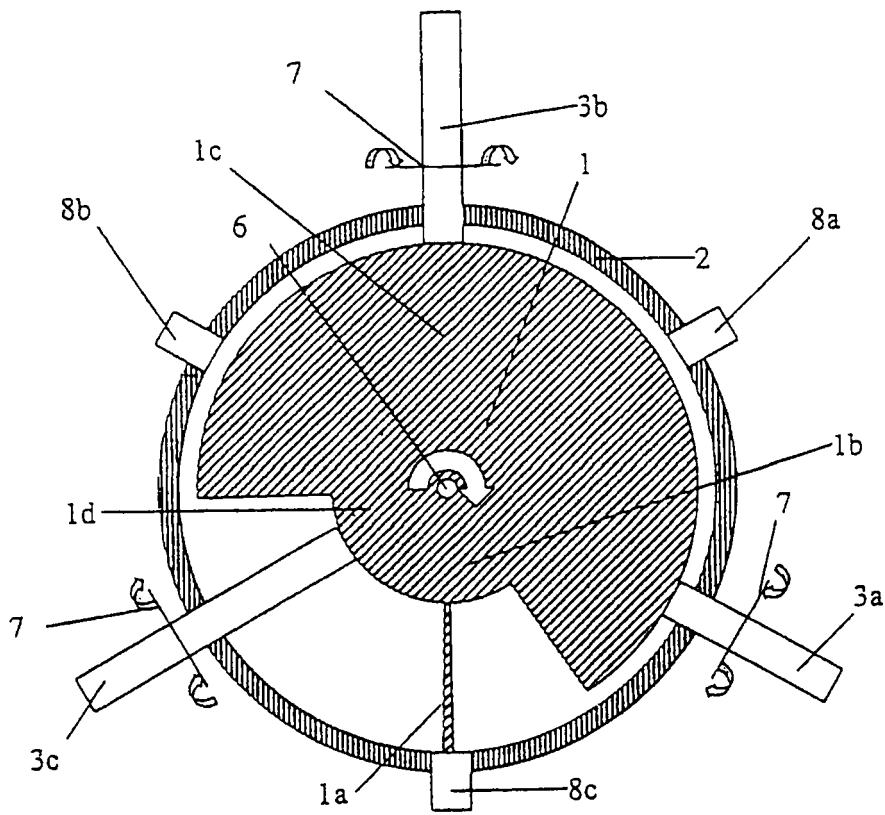


Figura 9

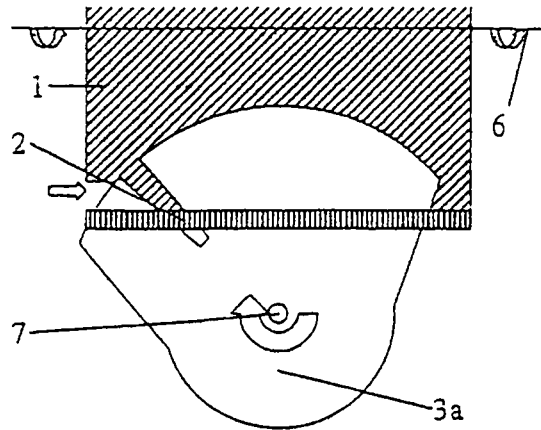


Figura 10

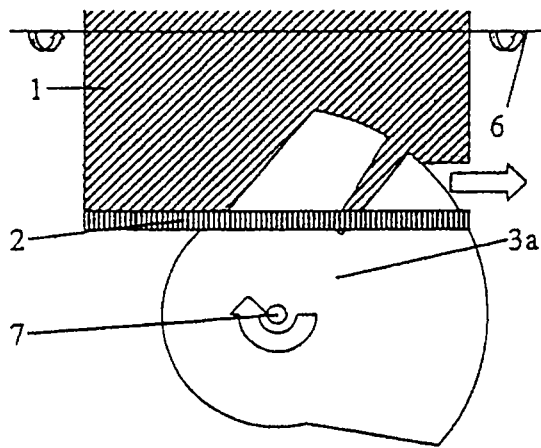


Figura 11

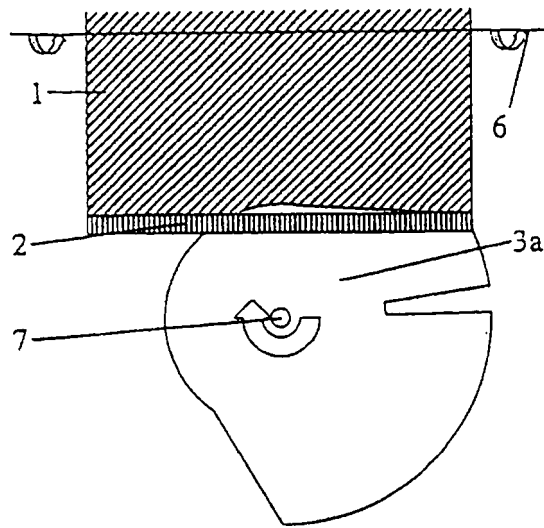


Figura 12

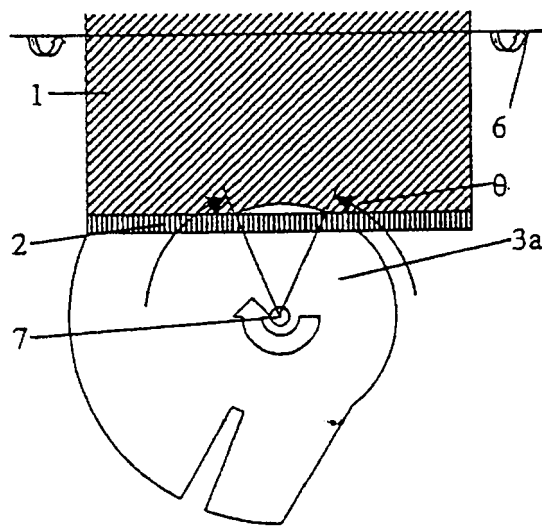


Figura 13

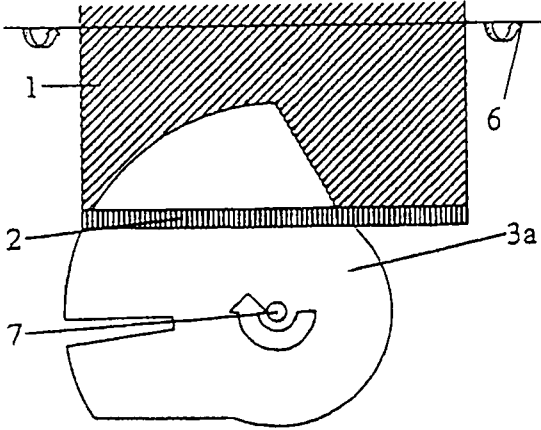


Figura 14

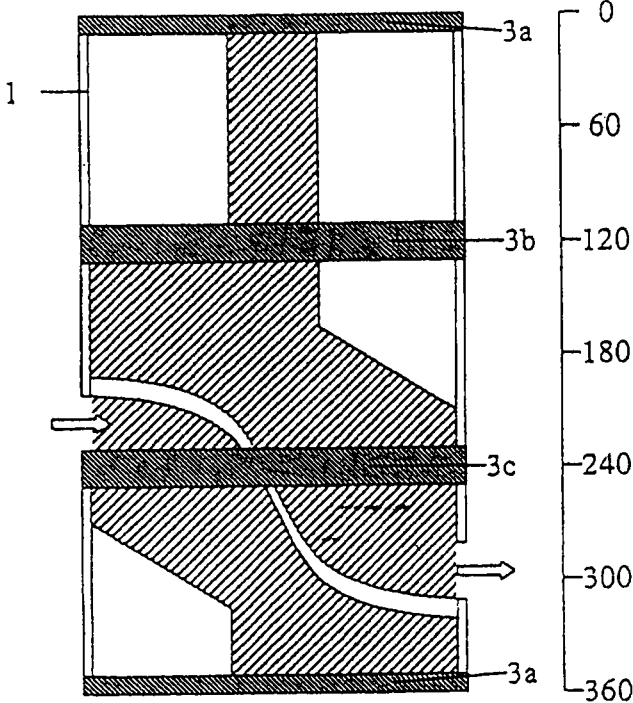


Figura 15

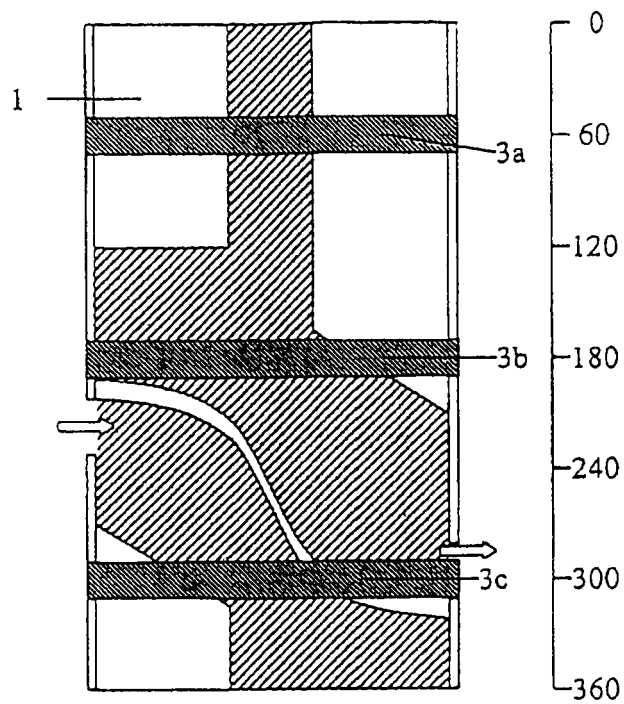


Figura 16

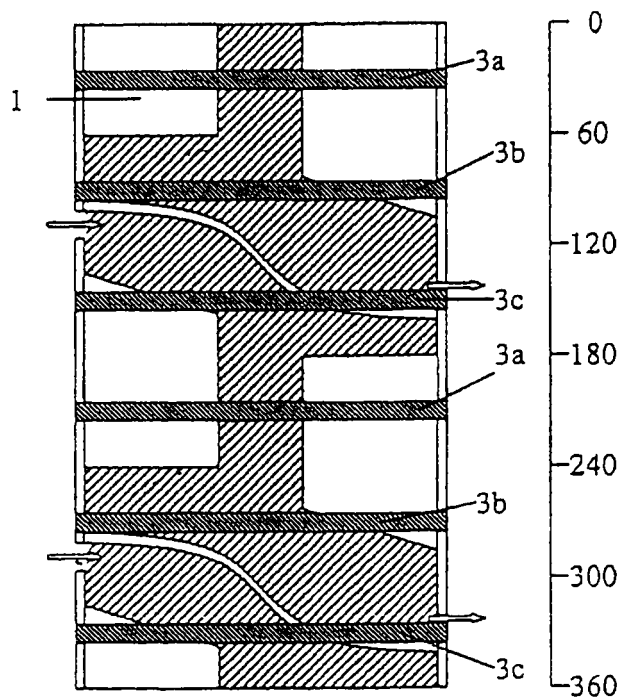


Figura 17

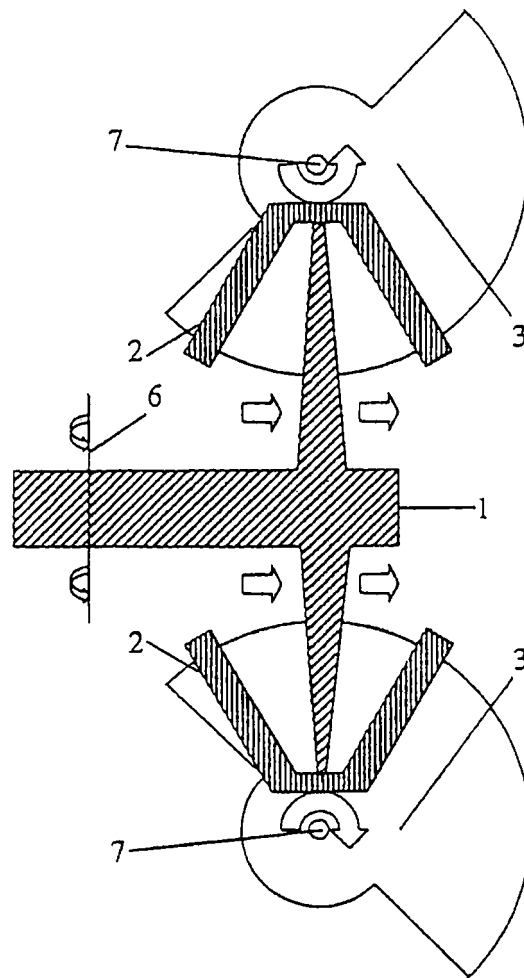


Figura 18

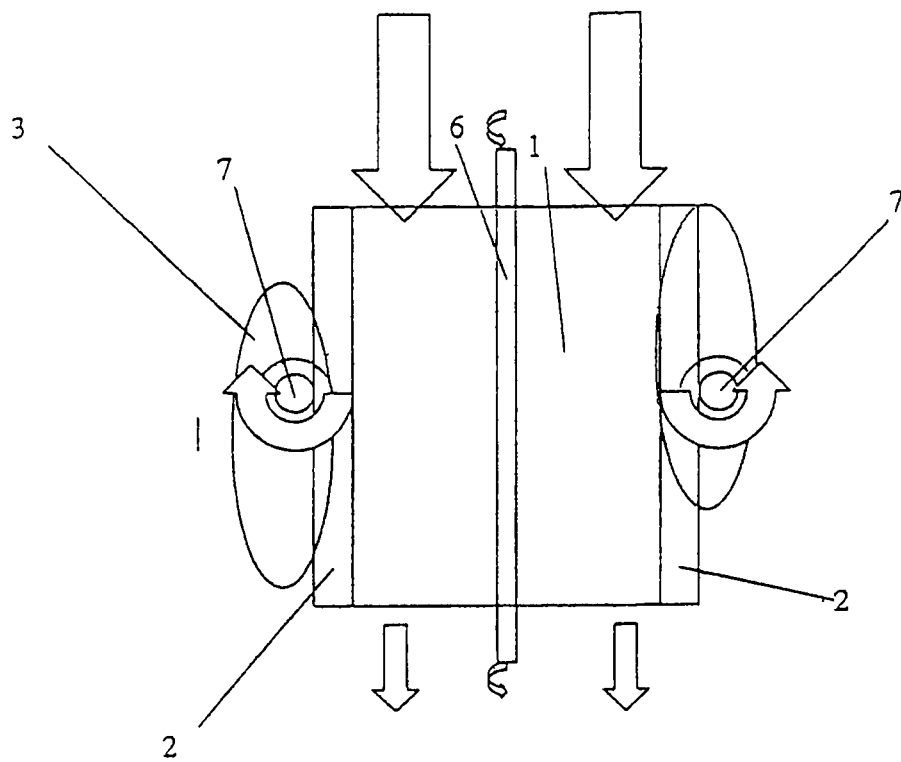


Figura 19

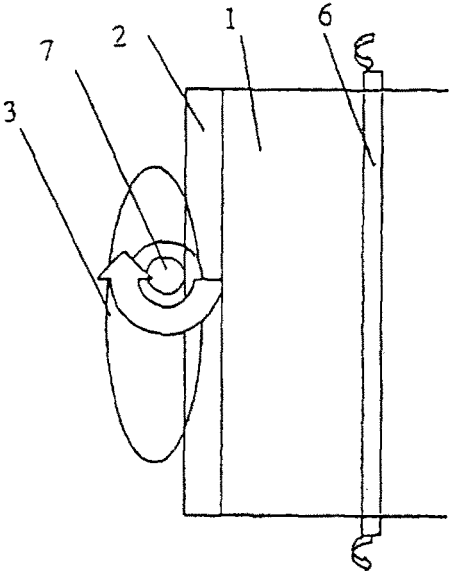


Figura 20

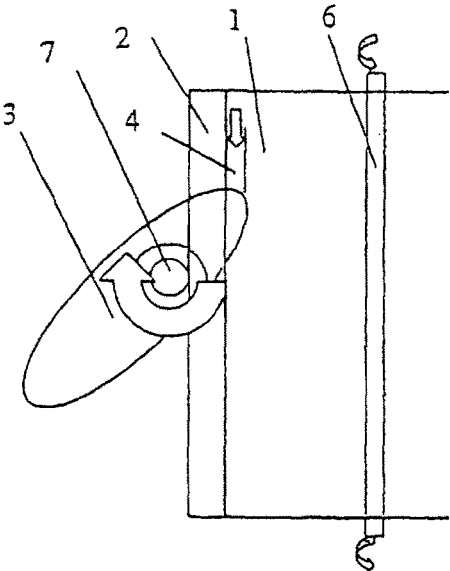


Figura 21

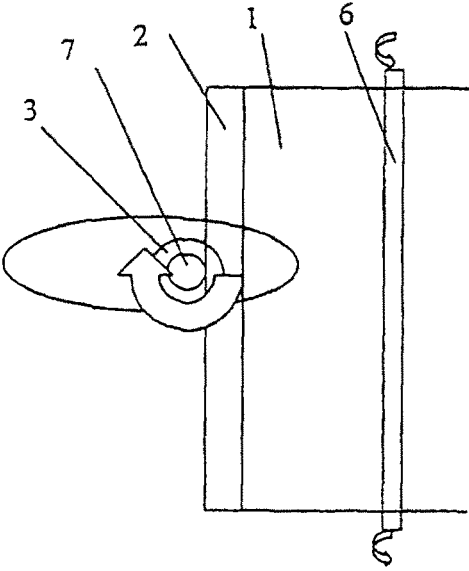


Figura 22

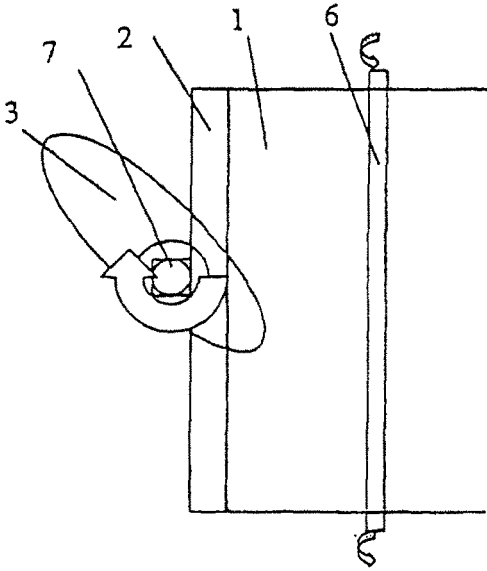


Figura 23

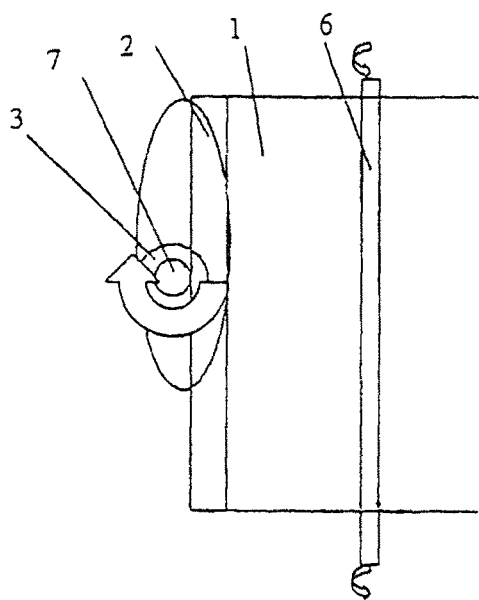


Figura 24

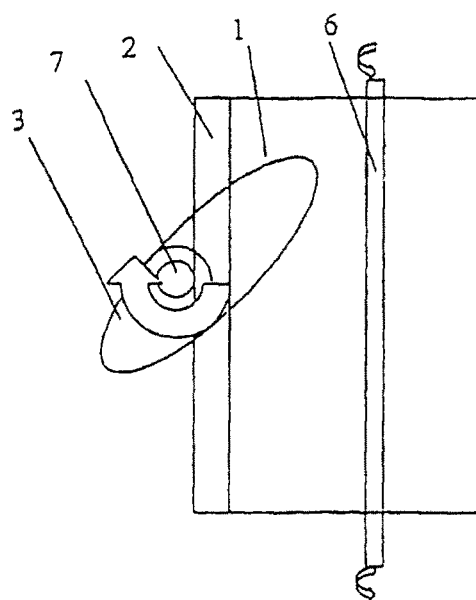


Figura 25

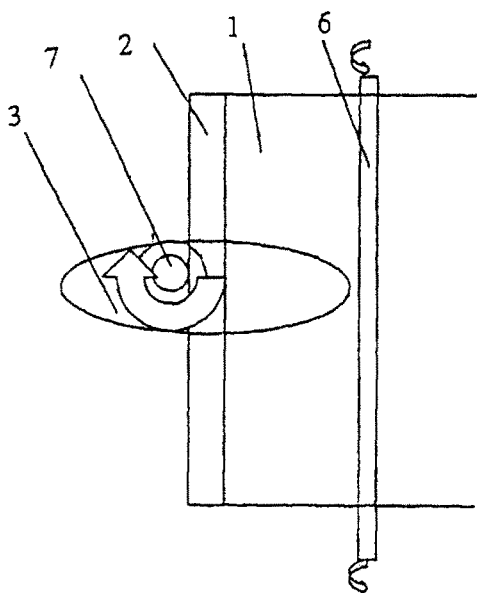


Figura 26

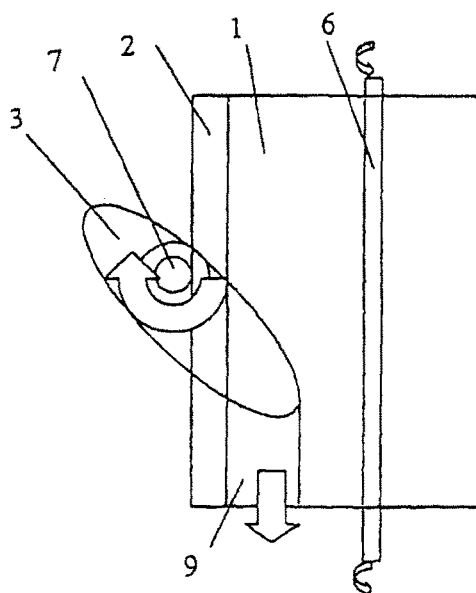


Figura 27

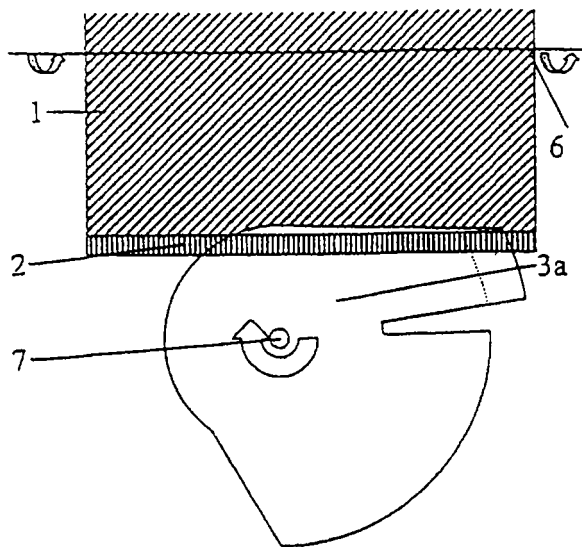


Figura 28

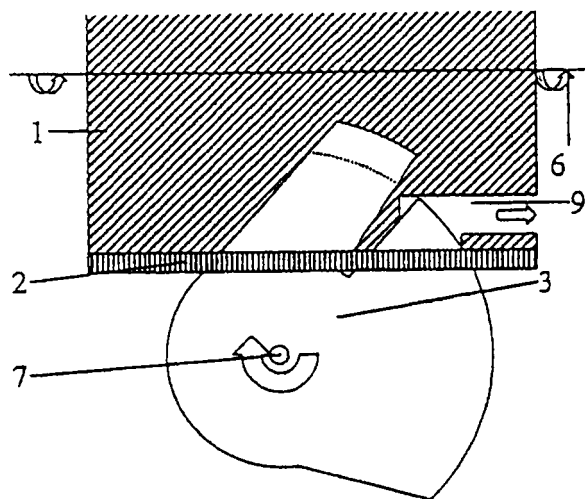


Figura 29

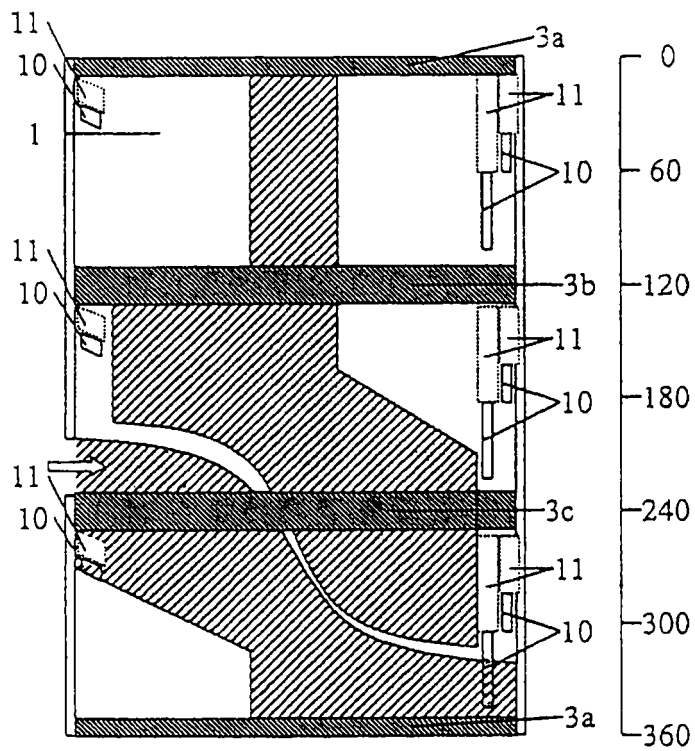


Figura 30

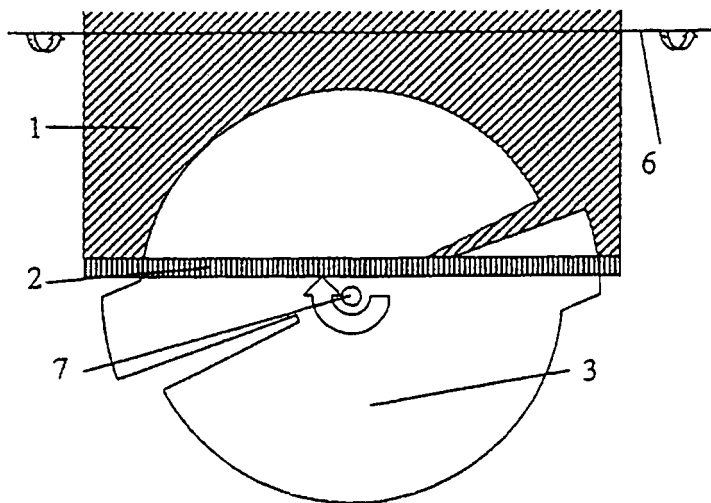


Figura 31

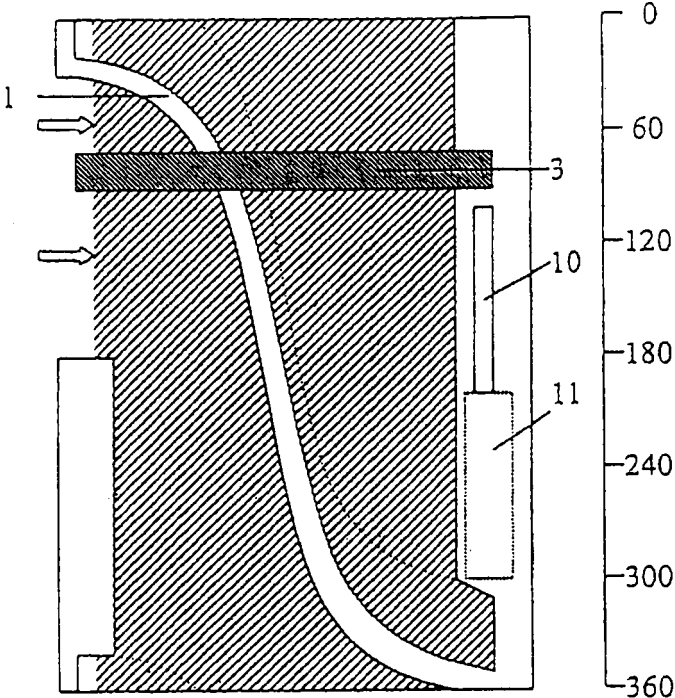


Figura 32

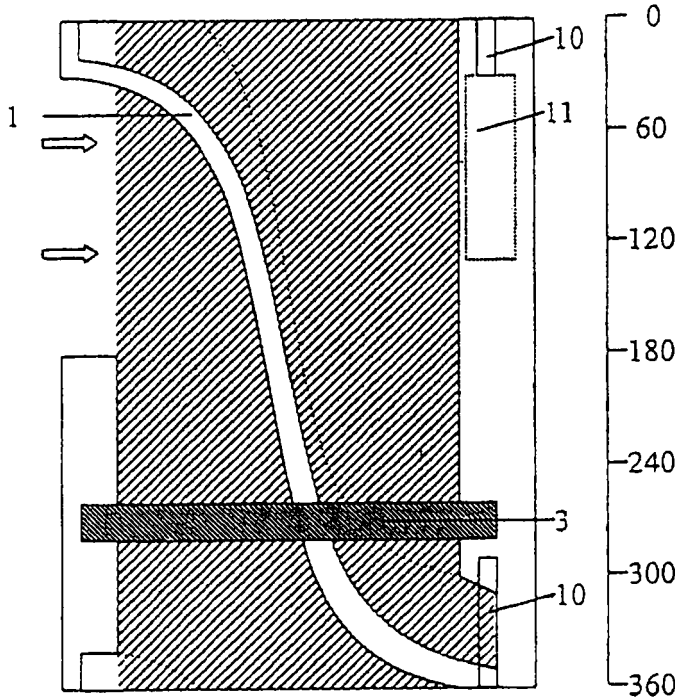


Figura 33

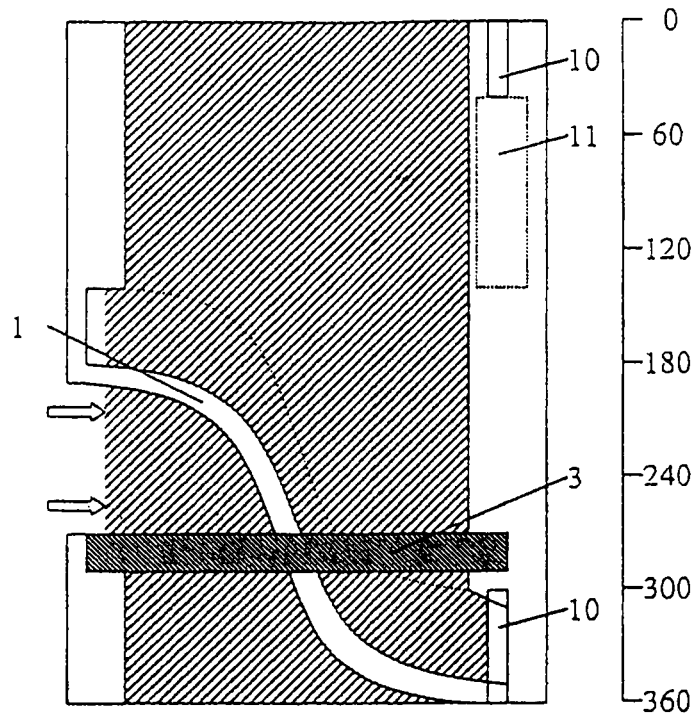


Figura 34

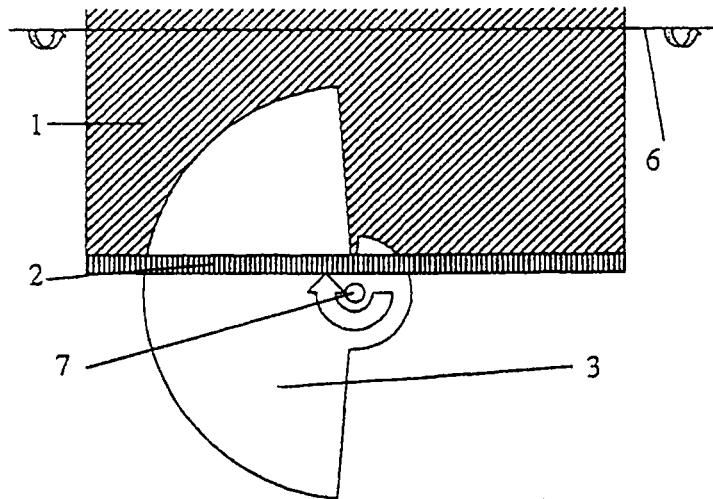


Figura 35

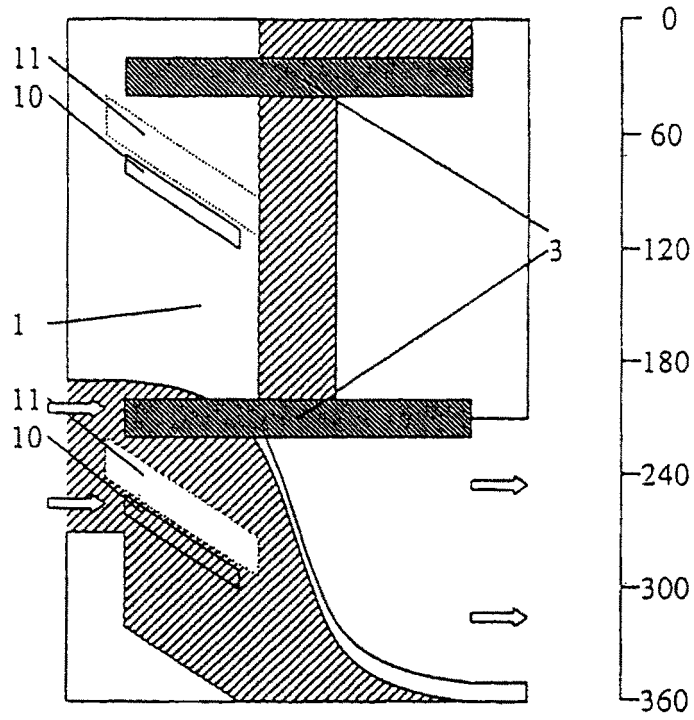


Figura 36

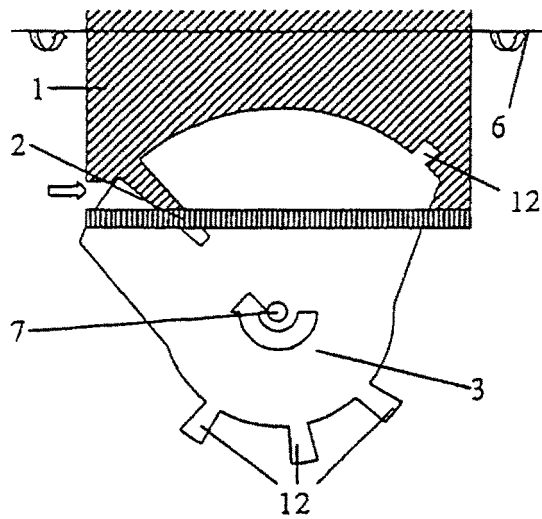


Figura 37

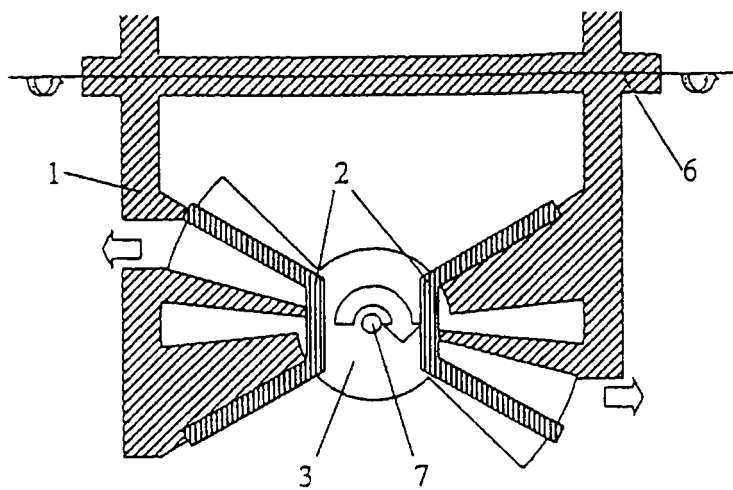


Figura 38

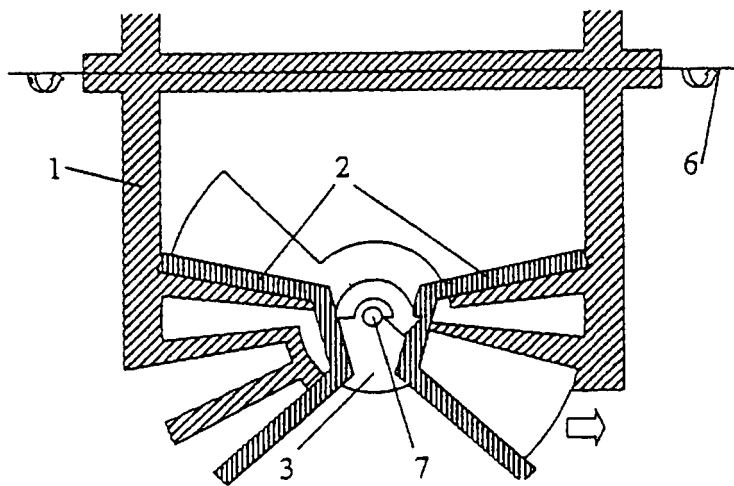


Figura 39

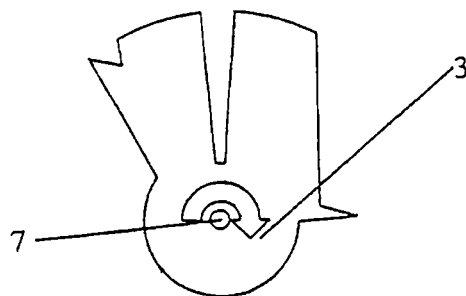


Figura 40

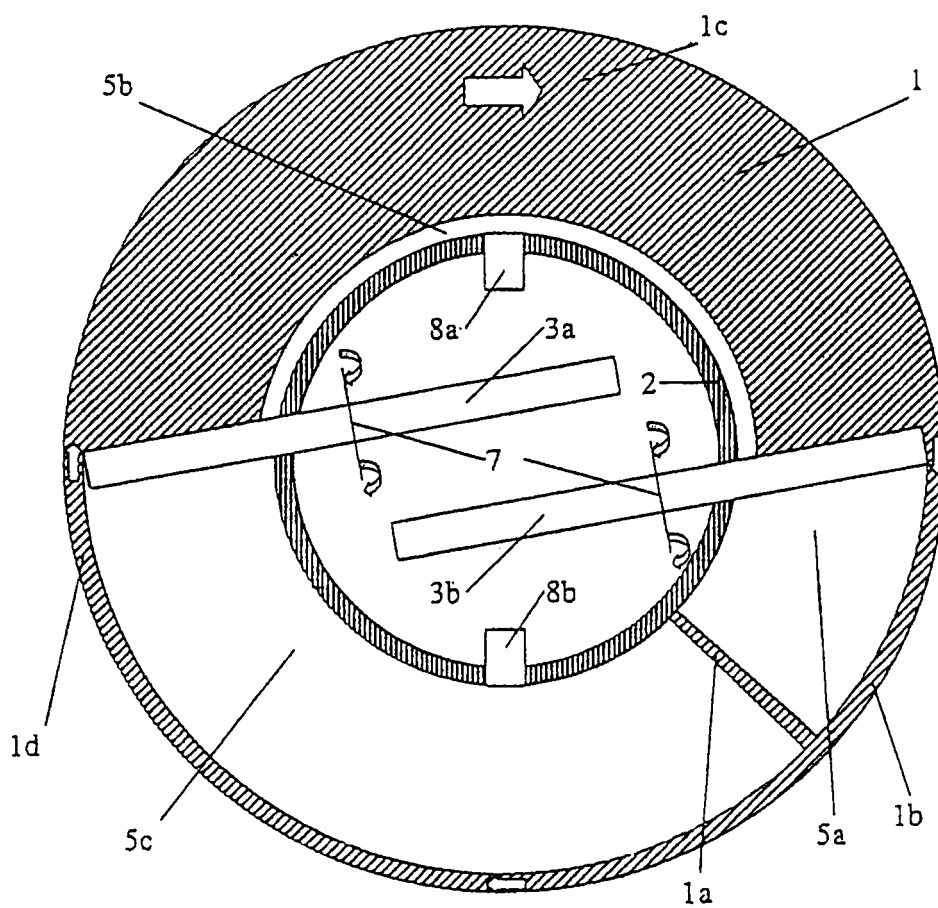


Figura 41

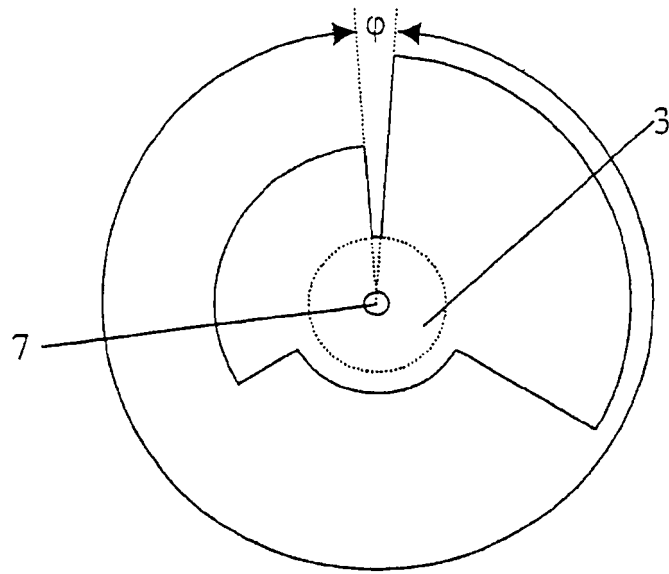


Figura 42

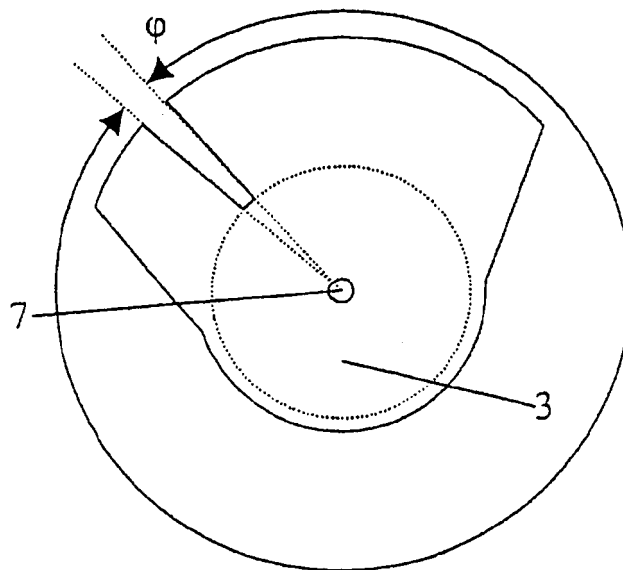


Figura 43

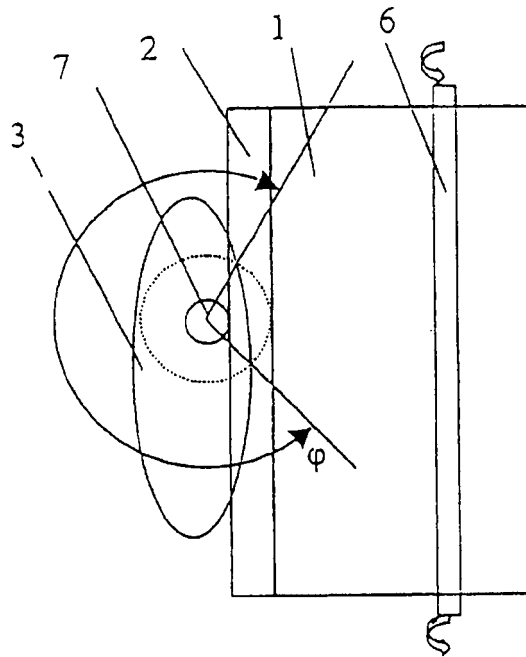


Figura 44

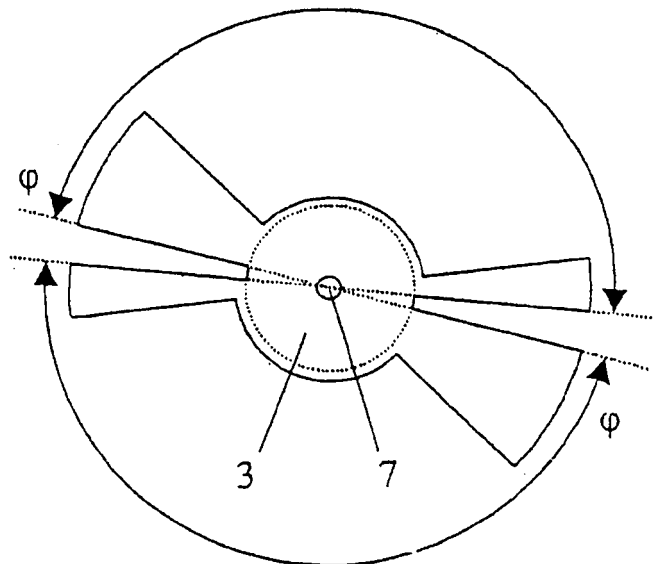


Figura 45

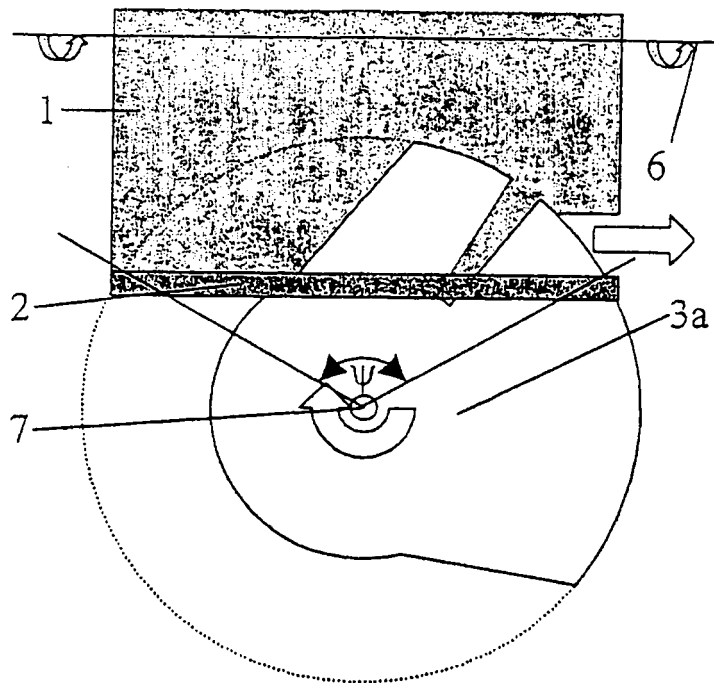


Figura 46