

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 966**

51 Int. Cl.:

B63H 3/04 (2006.01)

B63H 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2009 E 09782902 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 2323902**

54 Título: **Hélice.**

30 Prioridad:

17.09.2008 US 97686 P
22.09.2008 SE 0802012

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.06.2013

73 Titular/es:

BERG PROPULSION TECHNOLOGY AB (100.0%)
Box 1005
430 90 Öckerö, SE

72 Inventor/es:

THYBERG, CONNY

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 408 966 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

Hélice.

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a una hélice que comprende un núcleo con un diámetro del núcleo y al menos una pala de la hélice. La hélice comprende además un elemento de ajuste, adaptado para ser desplazado a lo largo de una primera dimensión, y un sistema de transformación que conecta el elemento de ajuste con la pala de la hélice de tal manera que un desplazamiento de dicho elemento de ajuste, en la primera dimensión, produce un cambio en el paso de la pala de la hélice. El sistema de transformación comprende una ranura que comprende una porción de la ranura con un centro de la ranura que se extiende en una dirección de extensión de la ranura, siendo esta
10 dirección curva con un radio de curvatura. El sistema de transformación comprende además un elemento de control engranado con el deslizamiento permitido con al menos la porción de la ranura.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Las embarcaciones flotantes de la actualidad, en particular los buques de carga y los buques de abastecimiento, están provistas generalmente de un sistema de propulsión que incluye una hélice ajustable. Con este objetivo, la hélice incluye al menos una pala de la hélice, pero a menudo una pluralidad de palas de la hélice, donde el paso de cada una de las palas antes mencionadas está controlado por un sistema de servos. Por lo general el sistema de servos es un sistema hidráulico cuyo pistón y cuyas cámara de fluido están situados generalmente dentro del núcleo de la hélice.

20 El pistón del sistema de servos antes mencionado está conectado generalmente a un elemento de ajuste de tal manera que el elemento de ajuste está adaptado para ser desplazado en una dirección longitudinal. Dado que las cámaras de fluido del sistema hidráulico pueden estar sometidas a altas presiones, el elemento de ajuste está situado preferiblemente fuera de las cámaras de fluido. A su vez, el desplazamiento longitudinal del elemento de ajuste es transformado en un giro – es decir, un cambio de paso – de una pala de la hélice por medio de un sistema de transformación. Normalmente, el sistema de transformación incluye un elemento de control, como por ejemplo un pivote, que está conectado rígidamente a la pala de la hélice y que engrana con una ranura del elemento de ajuste, extendiéndose dicha ranura en una dirección de extensión rectilínea de la ranura que es substancialmente perpendicular a la dirección longitudinal.

30 Aunque, por lo general, la hélice presentada anteriormente es apropiada para muchas aplicaciones marinas, existen algunos inconvenientes asociados con dichas hélices. Por ejemplo, generalmente es difícil obtener una posición de bandera de las palas de la hélice – es decir, una posición con resistencia hidrodinámica mínima de las palas. Esto es debido a que una posición de bandera requiere un desplazamiento relativamente grande del elemento de control, en la dirección de extensión de la ranura, al mismo tiempo que el citado elemento de control está engranado con el deslizamiento permitido con la ranura, lo cual puede producir que el elemento de control se pueda adherir a la estructura que delimita la ranura.

35 En particular, es deseable la posibilidad de tener hélices que estén adaptadas para ser puestas en una posición de bandera, para embarcaciones provistas de al menos dos hélices – a un sistema de hélices con exactamente dos hélices a veces se le denomina sistema de hélices gemelas – donde cada una de las hélices está conectada a una sala de máquinas individual.

40 Con el fin de reducir el riesgo de que el elemento de control se adhiera a la ranura, soluciones de la técnica anterior, tales como las presentadas en los documentos GB821824, DE 3321968, el cual se considera que es la técnica anterior más próxima, y US5464324, enseñan que la ranura puede ser curva. Mediante la provisión de una ranura curva, las fuerzas de contacto impartidas por la ranura sobre el elemento de control no son perpendiculares a la dirección de desplazamiento del elemento de control cuando se desplaza el elemento de ajuste a lo largo de la primera dimensión. Sin embargo, la provisión de la ranura curva requerirá a su vez que se aumente la longitud del recorrido del elemento de ajuste – esto es debido a que la ranura curva hará que un cierto desplazamiento en la primera dimensión del elemento de ajuste produzca un desplazamiento menor en la primera dimensión del elemento de control – lo cual a su vez introduce la necesidad de un aumento en el tamaño del cubo de la hélice, siendo dicho aumento generalmente no deseado.

50 Como se puede deducir de lo anterior, existe necesidad de mejoras en los sistemas de hélices ajustables de la técnica anterior, en particular en lo que se refiere a los sistemas de transformación de la técnica anterior que incluyen una ranura curva y un elemento de control.

RESUMEN DE LA INVENCION

Un primer objeto de la presente invención es proporcionar una hélice en la que las palas de la hélice se puedan colocar en una posición de bandera.

Un segundo objeto de la presente invención es proporcionar una hélice en la que las palas de la hélice se puedan colocar en una posición de bandera así como en una posición de propulsión marcha atrás sólo con ajustar el paso de las palas de la hélice.

5 Un tercer objeto de la presente invención es proporcionar una hélice en la cual el paso de las palas de la hélice se pueda modificar mediante el uso de un sistema de transformación que comprende una ranura y un elemento de control, en el cual se pueda mantener bajo el riesgo de que el elemento de control se adhiera a la ranura durante un cambio del paso, al mismo tiempo que se mantiene apropiadamente pequeño el tamaño del cubo de la hélice.

10 Un cuarto objeto de la presente invención es proporcionar una hélice en la cual se pueda modificar el paso de las palas de la hélice mediante el uso de un sistema de transformación, donde el sistema de transformación imparte un par apropiadamente grande – incluso cuando la pala de la hélice está cerca de una posición de bandera – sobre la pala o las palas de la hélice cuando se quiere cambiar el paso de la pala o de las palas de la hélice.

Al menos uno de los objetos anteriores es resuelto por un sistema de distribución de acuerdo con la reivindicación 1.

15 De esta manera, la presente invención se refiere a una hélice que comprende un núcleo con un diámetro del núcleo y al menos una pala de la hélice. La hélice comprende además un elemento de ajuste, adaptado para ser desplazado a lo largo de una primera dimensión, y un sistema de transformación que conecta el elemento de ajuste a la pala de la hélice de tal manera que un desplazamiento, en la primera dimensión, del elemento de ajuste produce un cambio en el paso de la pala de la hélice. El sistema de transformación comprende una ranura que comprende una porción de la ranura con un centro de la ranura que se extiende en una dirección de extensión de la ranura, siendo dicha dirección curva con un radio de curvatura. El sistema de transformación comprende además un
20 elemento de control engranado con el deslizamiento permitido con al menos la porción de la ranura.

De acuerdo con la presente invención, el radio de curvatura está dentro del rango de 0,2 a 0,7 veces el diámetro del núcleo.

25 Dado que el radio de curvatura está dentro del rango de 0,2 a 0,7 veces el diámetro del núcleo, el riesgo de que el elemento de control se adhiera a la ranura se mantiene bajo. Al mismo tiempo, el uso de un radio de curvatura en la zona especificada anteriormente permite que la pala de la hélice se pueda adaptar para ser colocada en una posición de bandera así como en una posición de marcha inversa – o de marcha atrás – sin necesidad de un gran cubo.

30 Además, los inventores de la presente invención han observado que el intervalo presentado anteriormente referente al radio de curvatura hará que, cuando se quiera colocar la pala de la hélice en una posición de bandera, el sistema de transformación imparta un par apropiadamente alto sobre la pala de la hélice incluso cuando la pala de la hélice se encuentre cerca de la posición de bandera, lo cual garantiza que se pueda colocar la pala de la hélice en una posición de bandera de una manera eficiente.

35 Tal como se usa en este documento, la expresión “ranura” se refiere a cualquier medio de guiado que comprenda dos guías que se extiendan substancialmente paralelas. Como puede observar una persona con experiencia en la técnica, las dos guías se pueden obtener de una pluralidad de formas, por ejemplo fijando dos raíles paralelos entre sí sobre una pieza de trabajo y/o cortando un surco alargado en la pieza de trabajo.

En una realización preferente de la presente invención, el radio de curvatura está dentro del rango de 0,4 a 0,6, preferiblemente dentro del rango de 0,45 a 0,55, veces el diámetro del núcleo.

40 De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, la hélice comprende un servo situado dentro del núcleo. El servo comprende un pistón que se puede desplazar a lo largo de la primera dimensión. El pistón está conectado rígidamente al elemento de ajuste.

45 De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, el elemento de control comprende un bloque y un pivote, comprendiendo el bloque una abertura del bloque y estando engranado con el deslizamiento permitido con la ranura, engranando el pivote con la abertura del bloque. Esto es preferible, dado que los dos objetivos del elemento de control – concretamente, poder deslizar dentro de la ranura y transmitir cargas desde el elemento de ajuste hasta la pala de la hélice – se pueden dividir en dos componentes. De esta manera, el bloque se puede diseñar para proporcionar características de deslizamiento apropiadas mientras que el pivote se puede diseñar para proporcionar una resistencia apropiada.

50 De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, la ranura está asociada con el elemento de ajuste y al menos una porción del elemento de control está rígidamente conectada a la pala de la hélice.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, el elemento de ajuste comprende un vástago del pistón y una cabeza del vástago del pistón. El vástago del pistón está unido fijamente al pistón y la cabeza del vástago del pistón está unida fijamente al vástago del pistón. La ranura se proporciona sobre la cabeza del vástago del pistón.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, la cabeza del vástago del pistón comprende un primer elemento de la cabeza del vástago del pistón y un segundo elemento de la cabeza del vástago del pistón, donde cada uno de los elementos primero y segundo de la cabeza del vástago del pistón comprende una porción de la ranura y los elementos primero y segundo de la cabeza del vástago del pistón hacen contacto entre sí en un plano de contacto que se extiende de forma substancialmente perpendicular a la primera dimensión. Con una cabeza del vástago del pistón de acuerdo con lo anterior, se facilita el montaje de la hélice.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, el elemento de ajuste comprende una zona de engrane substancialmente rectangular que comprende bordes primero, segundo, tercero y cuarto. Los bordes primero y tercero están situados en lados opuestos de la zona de engrane y se extienden substancialmente paralelos a la dimensión longitudinal. Los bordes segundo y cuarto están situados en lados opuestos de la zona de engrane y se extienden substancialmente transversales a la dimensión longitudinal. La ranura se extiende dentro de la zona de engrane desde el primer borde hasta el segundo borde.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, la ranura se extiende en una dirección de extensión de la ranura desde el primer borde. La ranura tiene una anchura que se extiende perpendicularmente a la dirección de extensión de la ranura. La ranura comprende una primera porción de la ranura y una segunda porción de la ranura donde la segunda porción de la ranura está situada aguas abajo de la primera porción de la ranura en la dirección de la extensión de la ranura. La primera porción de la ranura tiene una primera anchura de la ranura y la segunda porción de la ranura tiene una segunda anchura de la ranura, **de tal manera que la segunda porción de la ranura está adaptada para albergar al menos a un componente del elemento de control**. La segunda ranura se puede usar preferiblemente para facilitar el montaje de la hélice.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, el núcleo comprende una cavidad en la cual está situada al menos una porción del elemento de ajuste. La hélice comprende además un conducto de entrada y un conducto de salida, estando ambos conductos en comunicación fluida con la cavidad. El conducto de entrada y el conducto de salida están conectados entre sí fuera del núcleo para hacer circular un fluido lubricante a través de la cavidad.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, la hélice comprende una pluralidad de palas de la hélice y el elemento de ajuste está provisto de una pluralidad de ranuras. Cada pala de la pluralidad de palas de la hélice está provista de un elemento de control que engrana con una ranura correspondiente.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a una embarcación que comprende una hélice de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se explicará con mayor detalle la presente invención por medio de ejemplos no limitativos haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

La Figura 1 ilustra una sección transversal parcial de una vista lateral de una realización de una hélice de la presente invención;

La Figura 2 ilustra una pala de hélice – así como una raíz de pala asociada – de la hélice de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista en perspectiva del elemento de ajuste de la hélice de la Figura 1.

La Figura 4 es una vista en planta del elemento de ajuste de la hélice de la Figura 1.

La Figura 5A – 5C es una vista en planta esquemática que ilustra un sistema de transformación en diferentes posiciones de ajuste del paso;

La Figura 6 es un diagrama que ilustra el par impartido sobre una pala de la hélice en función de un ángulo de paso;

La Figura 7 es una vista en planta del elemento de ajuste de la hélice de la Figura 1;

La Figura 8 es una vista en planta de una parte del elemento de ajuste de la Figura 7 durante un procedimiento de montaje, y

La Figura 9 es una vista en planta de una parte del elemento de ajuste de la Figura 7 después del procedimiento de montaje.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERENTES

La invención se describirá usando ejemplos de realizaciones. Sin embargo, se debería observar que las realizaciones se incluyen para explicar principios de la invención y no para limitar el alcance de la invención, definido por las reivindicaciones adjuntas.

La Figura 1 ilustra una vista lateral de una hélice 10 seccionada de acuerdo con una realización de la presente invención. La hélice comprende al menos una pala de la hélice, en la implementación de la hélice ajustable ilustrada en la Figura 1 la hélice incluye cuatro palas de hélice, de las cuales sólo una pala 12 es visible en la Figura 1. Sin embargo, otras realizaciones de la hélice de la presente invención pueden estar provistas de más o menos palas de la hélice. La hélice 10 de la Figura 1 se usa preferiblemente en una embarcación flotante (no mostrada), como por ejemplo un barco, aunque la hélice 10 de la presente invención también se puede usar en otras aplicaciones, como por ejemplo para plantas de generación de energía eólica (no mostradas).

La hélice 10 de la Figura 1 comprende un núcleo 14, el cual a su vez comprende un cilindro 16 del cubo y un cuerpo 18 del cubo. Dentro del cilindro 16 del cubo está situado un servo 20 que comprende un pistón 22 y un vástago 24 del pistón. El pistón 22 divide el interior del cilindro 16 del cubo en dos cámaras, en concreto una cámara 26 de paso para marcha adelante y una cámara 28 de paso para marcha atrás.

El núcleo 14 tiene un diámetro \varnothing_B del núcleo que está definido como el mayor diámetro del propio núcleo 14. De esta manera, las palas de la hélice o cualquier componente unido fijamente de la misma – así como otros elementos que sobresalen del núcleo 14 – no se deberían considerar cuando se determina el diámetro \varnothing_B del núcleo. En la Figura 1, este mayor diámetro está indicado como situado entre la pala 12 de la hélice y un eje 19 motriz al cual está conectada la hélice 10. Sin embargo, en otras realizaciones de la hélice 10 el mayor diámetro puede estar situado en otras posiciones. Solamente a modo de ejemplo, el mayor diámetro puede estar situado en una porción del cuerpo 18 del cubo extendiéndose dicha porción desde las palas 12 de la hélice. De nuevo, solamente a modo de ejemplo, el diámetro \varnothing_B del núcleo para buques de suministro y para buques de carga oscila entre 0,5 y 1,5 metros.

Como se puede deducir a partir de la Figura 1, el vástago 24 del pistón comprende un conducto 30 de paso para marcha adelante en comunicación fluida con la cámara 26 de paso para marcha adelante y un conducto 32 de paso para marcha atrás en comunicación fluida con la cámara 28 de paso para marcha atrás. De esta manera, se puede transportar fluido a través de los conductos 30, 32 antes mencionados para cambiar de ese modo la posición, a lo largo de una primera dimensión L, del pistón 22. De esta forma, el pistón 22 se puede desplazar a lo largo de la primera dimensión L. Para simplificar la explicación de las características y funciones de la hélice 10 de la presente invención, se introducen las expresiones “marcha adelante” y “marcha atrás”. El uso de la expresión “marcha atrás” en la descripción se puede describir por el hecho de que un desplazamiento marcha atrás del pistón 22 es un desplazamiento del pistón 22 alejándose de la pala 12 de la hélice en la primera dimensión L. En consecuencia, un desplazamiento marcha adelante del pistón 22 es un desplazamiento del pistón 22 hacia la pala 12 de la hélice en la primera dimensión L.

La hélice 10 comprende además un elemento 34 de ajuste situado a una distancia D en la primera dimensión del pistón 22. El elemento 34 de ajuste – el cual en la realización de la Figura 1 se ejemplifica como una cabeza 34 del vástago del pistón – está unido fijamente al vástago 24 del pistón, por ejemplo por medio de un sistema de unión atornillada (no mostrado), y el vástago 24 del pistón está a su vez unido fijamente al pistón 22, también por ejemplo por medio de un sistema de unión atornillada (no mostrado). De esta manera, la cabeza 34 del vástago del pistón está conectada al pistón 22 - de hecho, en la Figura 1 la cabeza 34 del vástago del pistón está unida fijamente al pistón 22 – de tal manera que un desplazamiento a lo largo de la primera dimensión L del pistón 22 produce un desplazamiento correspondiente de la cabeza 34 del vástago del pistón. Como se puede observar a partir de la Figura 1, la cabeza 34 del vástago del pistón está situada dentro de una cavidad 36 del cubo del cuerpo 18 del cubo. Se debería observar que, aunque la cabeza 34 del vástago del pistón – en la realización de la hélice 10 ilustrada en la Figura 1 – está situada a una distancia D del pistón 22, en vez de esto, en otras realizaciones de la presente invención, la cabeza 34 del vástago del pistón puede estar situada en conexión próxima al pistón 22, y en algunas realizaciones la cabeza 34 del vástago del pistón puede de hecho constituir una porción del pistón 22 (no mostrado).

Además, se debería resaltar que aunque en la realización de la Figura 1 la cabeza 34 del vástago del pistón – o, de forma más general, el elemento de ajuste – es accionado por medio del servo 22, en vez de esto, en otras realizaciones de la hélice 10 de la presente invención, el elemento de ajuste puede ser accionado por otros medios. Solamente a modo de ejemplo, el elemento de ajuste puede ser accionado por un actuador (no mostrado) situado fuera de la hélice y entonces el elemento de ajuste puede estar conectado al actuador antes mencionado por medio de un elemento de transmisión de desplazamiento – como por ejemplo una varilla – que se extiende a través de al menos una porción del eje 19 motriz conectado a la hélice 10. Sin embargo, con independencia de cómo se imparta un desplazamiento al elemento de ajuste, dicho desplazamiento producirá un cambio en el paso de la pala 12 de la hélice. A continuación se presenta cómo se consigue esto.

La Figura 1 también ilustra que la hélice 10 comprende un conducto 37 de entrada y un conducto 39 de salida, estando ambos conductos en comunicación fluida con la cavidad 36 del cubo, estando el conducto 37 de entrada y el conducto 39 de salida conectados entre sí fuera del núcleo para hacer circular un fluido lubricante a través de la cavidad 36 del cubo. La ventaja de hacer circular un fluido lubricante a través de la cavidad 36 del cubo es que el fluido se puede inspeccionar fuera de la hélice 10 para detectar posibles defectos en la cavidad 36 del cubo. Solamente a modo de ejemplo, si cualquier parte del cuerpo 18 del cubo, como por ejemplo una junta (no mostrada) situada entre una pala de la hélice y el cuerpo 18 del cubo, empieza a perder de tal manera que se introduzca agua en la cavidad 36 del cubo, entrará agua en el fluido lubricante que se hace circular por la cavidad 36 del cubo y se

puede detectar la presencia de agua fuera de la hélice, por ejemplo usando un dispositivo de medida que mida el contenido de agua del lubricante.

5 La Figura 2 ilustra la pala 12 de la hélice de la Figura 1 unida fijamente a una raíz 38 de la pala (a la raíz de la pala también se le puede llamar anillo de cabeza de biela). La unión fija se obtiene preferiblemente mediante un sistema
10 40 de unión atornillada, el cual en la Figura 2 está constituido por seis tornillos. Además, la raíz 38 de la pala está provista de un pivote 42 que sobresale de una superficie 44 inferior de la raíz 38 de la pala. En la implementación de la Figura 2 de la raíz 38 de la pala, el pivote 42 y la porción restante de la raíz 38 de la pala forman en conjunto un componente de una sola pieza aunque, en lugar de esto, en otras implementaciones de la raíz 38 de la pala, el pivote 42 puede ser un componente independiente que se fija a la raíz 38 de la pala por ejemplo por medio de roscas (no mostradas) o mediante un sistema de fijación por contracción (no mostrado).

15 Como se puede deducir a partir de la Figura 2, la pala 12 de la hélice comprende una superficie 46 deslizante exterior que se extiende circunferencialmente, adaptada para hacer contacto con el deslizamiento permitido con una superficie exterior que se extiende circunferencialmente del cuerpo 18 del cubo (no mostrado en la Figura 2) mientras que la raíz 38 de la pala comprende una superficie 48 deslizante interior que se extiende circunferencialmente adaptada para hacer contacto con el deslizamiento permitido con una superficie interior que se extiende circunferencialmente del cuerpo 18 del cubo (no mostrado en la Figura 2). De esta manera, si se somete al pivote 42 a un desplazamiento en la primera dimensión L, la pala 12 de la hélice será sometida a un giro alrededor de un eje de giro R que es substancialmente perpendicular a la primera dimensión L.

20 Para obtener los contactos deslizantes antes mencionados, la superficie 46 deslizante exterior y la superficie 48 deslizante interior – así como las superficies correspondientes del cuerpo 18 del cubo – se fabrican preferiblemente de materiales que proporcionan características de deslizamiento apropiadas. Solamente a modo de ejemplo, la superficie 46 deslizante exterior y las superficies del cuerpo 18 del cubo se pueden fabricar de bronce. En cuanto a la superficie 48 deslizante interior, de nuevo solamente a modo de ejemplo, ésta se puede fabricar de bronce o de acero.

25 La Figura 3 ilustra la cabeza 34 del vástago del pistón, la cual – como se ha indicado anteriormente – está comprendida en el sistema de ajuste de la hélice 10 de la Figura 1. Como se puede deducir a partir de la Figura 3, la cabeza 34 del vástago del pistón ilustrada en ella comprende cuatro ranuras, tres de las cuales son visibles en la Figura 3, una para cada una de las palas de la hélice. Cuando se analiza más adelante la implementación de las ranuras se hace referencia a la ranura más superior de la cabeza 34 del vástago del pistón de la Figura 3, aunque se debería resaltar que la descripción dada más adelante generalmente también es aplicable para cada una de las
30 otras tres ranuras.

35 Como se puede deducir a partir de la Figura 3, la cabeza 34 del vástago del pistón comprende una ranura 54 que a su vez comprende una porción 56 de la ranura con un centro C_S de la ranura que se extiende en una dirección ED_S de extensión de la ranura siendo dicha dirección curva con un radio R_C de curvatura. La Figura 3 ilustra además que dentro de la ranura 54 está situado un bloque 58 comprendiendo dicho bloque una abertura 60 adaptada para alojar al pivote 42 de la raíz 38 de la pala. El bloque 58 está engranado con el deslizamiento permitido con al menos la porción 56 de la ranura de la ranura 54. Preferiblemente, el bloque 58 está adaptado para proporcionar características de deslizamiento apropiadas en relación al menos a la porción 56 de la ranura. Para ello – solamente a modo de ejemplo – el bloque se puede fabricar de bronce. El bloque 58 y el pivote 42 forman en conjunto
40 un elemento 62 de control que está engranado con el deslizamiento permitido con al menos la citada porción 56 de la ranura. Sin embargo, en otras realizaciones de la presente invención, el elemento 62 de control puede estar constituido de otras maneras. Solamente a modo de ejemplo, en algunas implementaciones del elemento 62 de control se puede omitir el bloque 58, de tal manera que el propio pivote 42 esté engranado con el deslizamiento permitido con la porción 56 de la ranura. La Figura 3 también ilustra que la cabeza 34 del vástago del pistón tiene una línea L_C central longitudinal paralela a la primera dirección L.
45

50 La ranura 54 y el elemento 62 de control forman en conjunto un sistema 64 de transformación para transmitir un desplazamiento – en la primera dimensión L – de la cabeza 34 del vástago del pistón para un cambio de paso de la pala 12 de la hélice. Se debería resaltar que aunque – en la implementación de las Figura 2 y 3 del sistema 64 de transformación – la ranura se proporciona sobre la cabeza 34 del vástago del pistón y el sistema 62 de control está asociado con la pala 12 de la hélice, en otras implementaciones esta relación puede ser la contraria de manera que la ranura se proporcione sobre un elemento conectado fijamente a la pala 12 de la hélice – como por ejemplo la raíz 38 de la pala – mientras que el sistema 62 de control puede estar asociado con la cabeza 34 del vástago del pistón.

55 La Figura 4 ilustra una vista en planta de la cabeza 34 del vástago del pistón de la hélice 10 de la Figura 1. Como se puede deducir a partir de la Figura 4, la dirección ED_S de extensión de la ranura – siendo dicha dirección de extensión curva – tiene un centro C_C de curvatura que está situado detrás de la cabeza 34 del vástago del pistón en la primera dimensión L. Además, el radio R_C de curvatura está dentro del rango de 0,2 a 0,7 veces el diámetro \varnothing_B del núcleo. Preferiblemente, el radio de curvatura está dentro del rango de 0,4 a 0,6 veces, más preferiblemente dentro del rango de 0,45 a 0,55 veces, el diámetro \varnothing_B del núcleo. De hecho, la Figura 4 ilustra una dirección ED_S de extensión de la ranura, con el radio R_C de curvatura más preferido, concretamente 0,46 veces el diámetro \varnothing_B del núcleo.
60

La Figura 4 ilustra además que el elemento de ajuste – es decir, la cabeza 34 del vástago del pistón – comprende una zona 66 de engrane substancialmente rectangular que comprende bordes primero 68, segundo 70, tercero 72 y cuarto 74. Los bordes primero 68 y tercero 72 están situados en lados opuestos de la zona 66 de engrane y se extienden substancialmente paralelos a la dimensión L longitudinal. Los bordes segundo 70 y cuarto 74 están situados en lados opuestos de la zona 66 de engrane y se extienden de forma substancialmente transversal a la dimensión L longitudinal, donde el segundo borde 70 está situado detrás del cuarto borde 74. La Figura 4 ilustra además que la ranura 54 se extiende dentro de la zona 66 de engrane desde el primer borde 68 hasta el segundo borde 70.

Se debería observar que las implementaciones de las partes del sistema de transformación ilustrado en las Figuras 3 y 4 están adaptadas para transformar un desplazamiento hacia delante del elemento 34 de ajuste en un paso de marcha adelante – es decir, un paso con mayor propulsión hacia delante – de las palas de la hélice. Sin embargo, se pueden diseñar otras implementaciones del sistema 64 de transformación para transformar un desplazamiento hacia delante del elemento de ajuste en un paso de marcha atrás de las palas de la hélice. Solamente a modo de ejemplo, y haciendo referencia a la Figura 4, se puede obtener una función de este tipo mediante un sistema de transformación en el cual su elemento de control (no mostrado en la Figura 4) está adaptado para ser colocado en la parte inferior del elemento 34 de ajuste – es decir, cerca del tercer borde 72 – cuando la pala de la hélice asociada con la ranura ilustrada en la Figura 4 está en una posición de paso cero. Preferiblemente, un sistema de transformación adaptado para transformar un desplazamiento hacia delante en un paso de marcha atrás tiene una ranura en el elemento de ajuste que se extiende desde el tercer borde hasta el cuarto borde.

La Figura 5A ilustra el sistema 64 de transformación de la hélice 10 de la Figura 1 cuando la pala 12 de la hélice – indicada por líneas de puntos – está en una posición neutra, o de paso cero. Como se puede deducir a partir de la Figura 5A, cuando la pala 12 de la hélice está en la posición neutra, el elemento 62 de control está situado en una posición superior – es decir, en una posición a la mayor distancia del centro longitudinal L_C de la cabeza 34 del vástago del pistón. Cuando el elemento 62 de control se encuentra en la posición de la Figura 5A, el sistema 64 de transformación proporcionará un par M_{max} disponible máximo para la pala 12 de la hélice donde el par M_{max} disponible máximo se calcula como la fuerza normal F_N entre el elemento 62 de control y la porción 56 de la ranura multiplicada por una distancia L_1 desde el punto de acción de la fuerza normal F_N hasta el centro C_R de giro de la pala 12 de la hélice (es decir, la palanca de la fuerza normal F_N). Preferiblemente, como se indica en la Figura 5A, el centro C_C de curvatura de la ranura 54 está situado substancialmente al mismo nivel que la fuerza normal F_N – es decir, substancialmente en la palanca L_1 en una dirección perpendicular al centro C_R de giro de la pala 12 de la hélice.

La Figura 5B ilustra el sistema 64 de transformación cuando la pala 12 de la hélice se está aproximando a una posición de bandera. En la implementación de la pala de la hélice ilustrada en la Figura 5A, la posición de bandera se obtiene cuando el ángulo θ de paso alcanza 90° .

Como se puede deducir a partir de la Figura 5B, el elemento 62 de control ha sido desplazado ahora hacia atrás – en la primera dimensión L – una primera distancia d_1 . Para conseguir este desplazamiento hacia atrás, la cabeza 34 del vástago del pistón ha sido desplazada una segunda distancia d_2 siendo dicha segunda distancia d_2 mayor que la primera distancia d_1 y esta diferencia entre las distancia primera y segunda está provocada por la forma curva de la porción 56 de la ranura.

Además, la Figura 5B ilustra que, dado que la porción 56 de la ranura es curva de tal manera que su centro de la ranura tiene una extensión con un radio R_C de curvatura en el intervalo definido anteriormente, el elemento 62 de control es menos propenso a inclinarse con respecto a la porción 56 de la ranura en comparación con un sistema de transformación del tipo anterior que incluye una porción de la ranura rectilínea (no mostrada). Como puede observar una persona con experiencia en la técnica, la inclinación puede producir grandes fuerzas de contacto que produzcan grandes fuerzas de rozamiento entre el elemento de control y la porción de la ranura y estas grandes fuerzas de rozamiento pueden a su vez producir que el elemento de control se quede atascado en la porción de la ranura cuando a la cabeza del vástago del pistón se le imparte un desplazamiento en la primera dimensión L. Sin embargo, el riesgo de que el elemento 62 de control se bloquee en la porción 56 de la ranura se reduce significativamente cuando se usa una porción 56 de la ranura que tiene un radio de curvatura dentro del intervalo de la presente invención.

La Figura 5B ilustra también un efecto inesperado de dotar a la porción 56 de la ranura de un radio de curvatura dentro del rango de 0,2 a 0,7 veces el diámetro \varnothing_B del núcleo, en concreto que incluso cuando la pala 12 de la hélice se está aproximando a una posición de bandera, el sistema 64 de transformación imparte un par sobre la pala 12 de la hélice. Esto se debe a que la fuerza normal F_N impartida sobre el elemento 62 de control por la porción 56 de la ranura formará un ángulo con la primera dimensión L. De esta manera, aunque el punto de aplicación de la fuerza normal F_N está situado cerca de – o incluso sobre – un eje que se extiende paralelo a la primera dimensión L y que intersecta el centro C_R de giro de la pala 12 de la hélice, la fuerza normal F_N producirá sin embargo un par – es decir, un momento alrededor de un eje A_R de giro que se extiende fuera del plano en la Figura 5B, estando dicho eje A_R situado en el centro C_R de giro de la pala 12 de la hélice. Como se puede deducir a partir de la Figura 5B, el mismo razonamiento es válido para una fuerza F_1 de rozamiento impartida sobre el elemento 62 de control desde la

porción 56 de la ranura, es decir, la fuerza F_1 de rozamiento también producirá un par apropiadamente grande con independencia de la posición del elemento 62 de control con respecto a la porción 56 de la ranura.

La Figura 5C ilustra el sistema 64 de transformación de la Figura 5A en el cual la pala 12 de la hélice está en una posición de paso de marcha atrás. Como puede observar una persona con experiencia en la técnica, el razonamiento en lo que respecta al par obtenido a partir de la fuerza normal F_N y la fuerza F_1 de rozamiento impartida sobre el elemento 62 de control se aplicarán *mutatis mutandis* para la posición ilustrada en la Figura 5C.

La Figura 6 es una gráfica que ilustra el par M_{avail} disponible en función del ángulo θ de paso de la pala 12 de la hélice para tres implementaciones diferentes de la porción 56 de la ranura. En la Figura 6 el par M_{avail} disponible está normalizado por el par M_{max} disponible máximo. En la citada Figura 6, las tres implementaciones diferentes de la porción 56 de la ranura se denominan SP_1 , SP_2 y SP_3 , respectivamente, donde la primera implementación SP_1 de la porción de la ranura tiene una dirección ED_S de extensión de la ranura con un radio R_C de curvatura de aproximadamente 0,35 veces el diámetro \varnothing_B del núcleo, la segunda implementación SP_2 de la porción de la ranura tiene un radio R_C de curvatura de aproximadamente 0,60 veces el diámetro \varnothing_B del núcleo y la tercera implementación SP_3 de la porción de la ranura tiene un radio de curvatura infinito, es decir, la tercera implementación SP_3 de la porción de la ranura es rectilínea.

Como se puede deducir a partir de la Figura 6, una implementación del sistema 64 de transformación con la tercera implementación SP_3 de la porción de la ranura no será capaz de impartir un par sobre la pala 12 de la hélice si el ángulo θ de paso supera un cierto ángulo umbral siendo dicho ángulo umbral menor que 90° (aproximadamente 80° en la Figura 6). Sin embargo, para un sistema 64 de transformación con la primera implementación SP_1 o con la segunda implementación SP_2 es posible realmente impartir un par sobre la pala 12 de la hélice incluso si el ángulo θ de paso es igual a 90° , o incluso mayor. Como se puede observar en la Figura 6, la primera implementación SP_1 de la porción de la ranura permitirá que se pueda impartir un gran par sobre la pala 12 de la hélice para todo el rango del ángulo θ de paso desde 0 hasta 90° . Además, la segunda implementación SP_2 de la porción de la ranura proporcionará un par que disminuye según va aumentando el ángulo θ de paso. Sin embargo, en comparación con la primera implementación SP_1 de la porción de la ranura, la segunda implementación SP_2 de la porción de la ranura tiene la ventaja de requerir un cuerpo 18 del cubo más corto, es decir, un cuerpo 18 del cubo que tenga una extensión menor en la primera dimensión L.

La Figura 7 ilustra una implementación de una cabeza 34 del vástago del pistón – o elemento de ajuste. Como se puede deducir a partir de la Figura 7, la cabeza 34 del vástago del pistón comprende un primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón y un segundo elemento 52 de la cabeza del vástago del pistón donde los elementos primero 50 y segundo 52 de la cabeza del vástago del pistón están unidos fijamente entre sí – preferiblemente por medio de un sistema de unión atornillada (no mostrado en la Figura 7) – y los elementos hacen contacto entre sí en un plano P_A de contacto que se extiende substancialmente en perpendicular a la primera dimensión L. También se debería resaltar que cada primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón y cada segundo elemento 52 de la cabeza del vástago del pistón comprende una porción de la ranura 54. Como para la cabeza 34 del vástago del pistón ilustrada en la Figura 4, la citada cabeza 34 del vástago del pistón de la Figura 7 comprende una zona 66 de engrane substancialmente rectangular que comprende bordes primero 68, segundo 70, tercero 72 y cuarto 74.

Además, la Figura 7 ilustra que el centro C_S de la ranura 54 se extiende en una dirección ED_S de extensión de la ranura desde el primer borde 68 hasta el segundo borde 70. La ranura tiene una anchura S_W que se extiende perpendicularmente a la dirección ED_S de extensión de la ranura. La ranura comprende una primera porción 76 de la ranura y una segunda porción 78 de la ranura donde la segunda porción 78 de la ranura está situada aguas abajo de la primera porción 76 de la ranura en la dirección ED_S de extensión de la ranura. La primera porción de la ranura tiene una primera anchura S_{W1} de la ranura y la segunda porción de la ranura tiene una segunda anchura S_{W2} de la ranura, donde la segunda anchura S_{W2} de la ranura es suficientemente grande para albergar al pivote 42 de la raíz 38 de la pala. Como se puede observar a partir de la Figura 7, la segunda porción 78 de la ranura es – en la implementación ilustrada en dicha Figura – substancialmente rectangular.

A continuación se explican algunas de las ventajas de disponer de una cabeza 34 del vástago del pistón que está constituida por dos piezas o elementos, así como de disponer de la segunda porción 78 de la ranura más ancha. Primero de todo, se debería observar que la separación de la cabeza del vástago del pistón en dos porciones es útil en un procedimiento de montaje de la hélice – y en particular en una parte de montaje del sistema de transformación de ese procedimiento –, unas pocas fases del cual del cual se explican más adelante.

La Figura 8 ilustra el primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón cuando el sistema 64 de transformación se encuentra en una posición de pre-montaje. De esta manera, en la Figura 8 el primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón no está fijado al segundo elemento 52 de la cabeza del vástago del pistón. En un primer paso de montaje del sistema de transformación, el pivote 42 de la raíz 38 de la pala se introduce en la segunda porción 78 de la ranura. Esto se consigue generalmente impartiendo un desplazamiento hacia atrás en la primera dimensión L sobre el primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón mientras que el pivote 42 permanece estacionario con respecto a la hélice 10. La letra A en la Figura 8 indica la posición del pivote 42 con respecto al primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón.

A continuación, a la raíz 38 de la pala – y posiblemente también a la pala 12 de la hélice si ésta ya ha sido fijada a la raíz 38 de la pala – se le imparte un giro tal que el pivote 42 sea conducido a través de la segunda porción 78 de la ranura y a través de al menos una porción de la primera porción 76 de la ranura de tal manera que el pivote 42 quede situado cerca del primer borde 68 del primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón.

- 5 Si el elemento 62 de control – además del pivote 42- también comprende un bloque 58, el primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón se mueve – en una tercera fase – preferiblemente incluso más lejos hacia atrás en la primera dimensión L de tal manera que el bloque 58 se puede conectar al pivote 42, como se indica en la Figura 8 mediante la letra B. Entonces - en una cuarta fase – el primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón se mueve preferiblemente hacia atrás en la primera dimensión L de tal manera que el elemento 62 de control quede contiguo al primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón. Sin embargo, y como puede observar una persona con experiencia en la técnica, si el elemento 62 de control está constituido por sólo un pivote 42, se pueden omitir estas fases tercera y cuarta.

- 10 A continuación, y como se ilustra en la Figura 9, el segundo elemento 52 de la cabeza del vástago del pistón se desplaza hacia el primer elemento 50 de la cabeza del vástago del pistón de tal manera que se forma la ranura 54. A continuación se unen entre sí los elementos primero 50 y segundo 52 de la cabeza del vástago del pistón, preferiblemente por medio de un sistema de unión atornillada (no mostrado en la Figura 9).

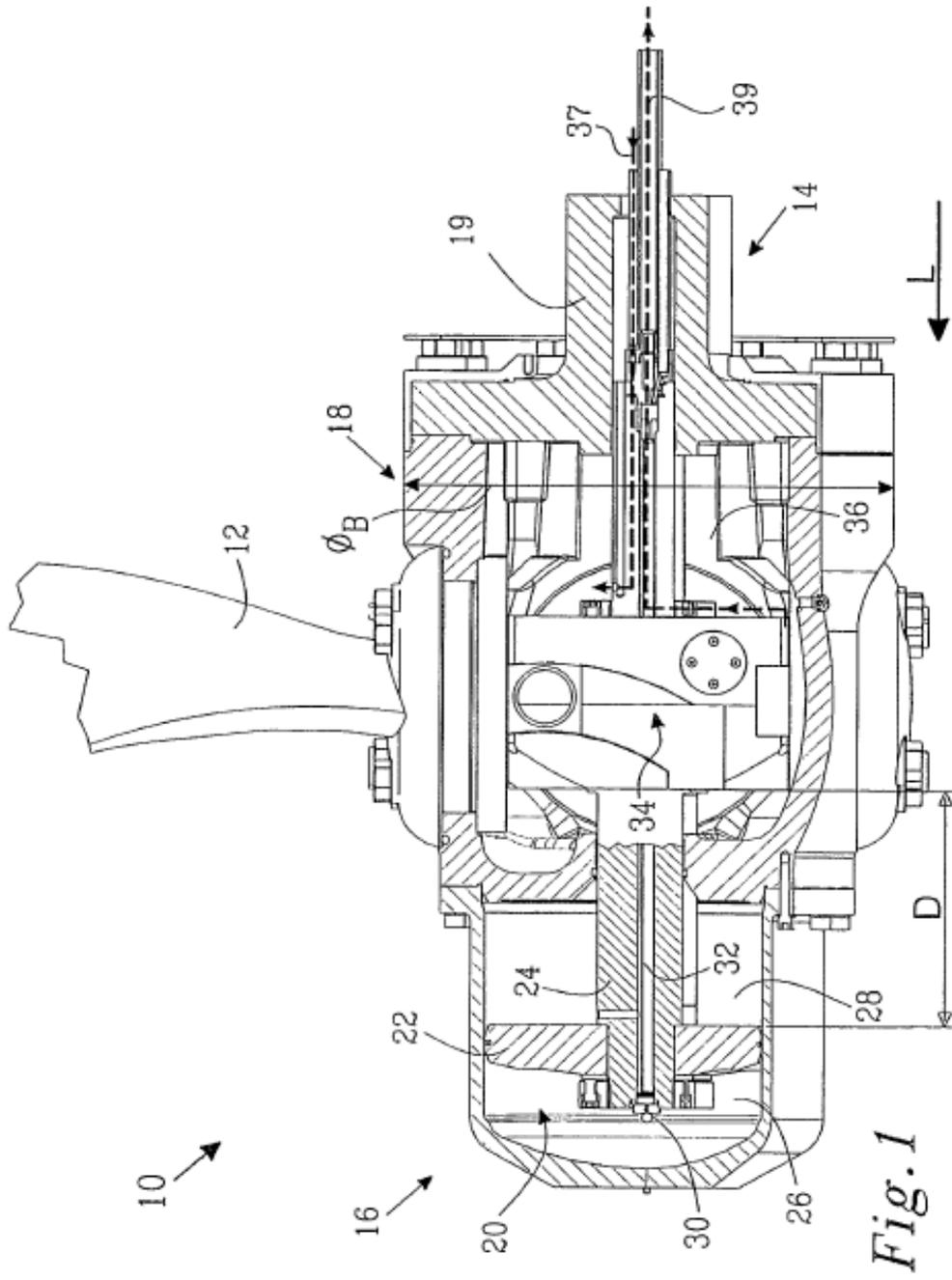
- 15 Mediante las fases del procedimiento de montaje anterior, el elemento 62 de control está ahora situado en la ranura 54 y el elemento 62 de control está engranado con el deslizamiento permitido con al menos una porción 56 de la ranura de la ranura 54. Se debería resaltar que, aunque las fases anteriormente explicadas se han descrito sólo para el sistema 64 de transformación, para una hélice 10 que comprende una pluralidad de palas de la hélice, y que por lo tanto generalmente comprende una pluralidad de sistemas 64 de transformación, las fases definidas anteriormente se pueden realizar de forma substancialmente simultánea para cada uno los sistemas 64 de transformación.

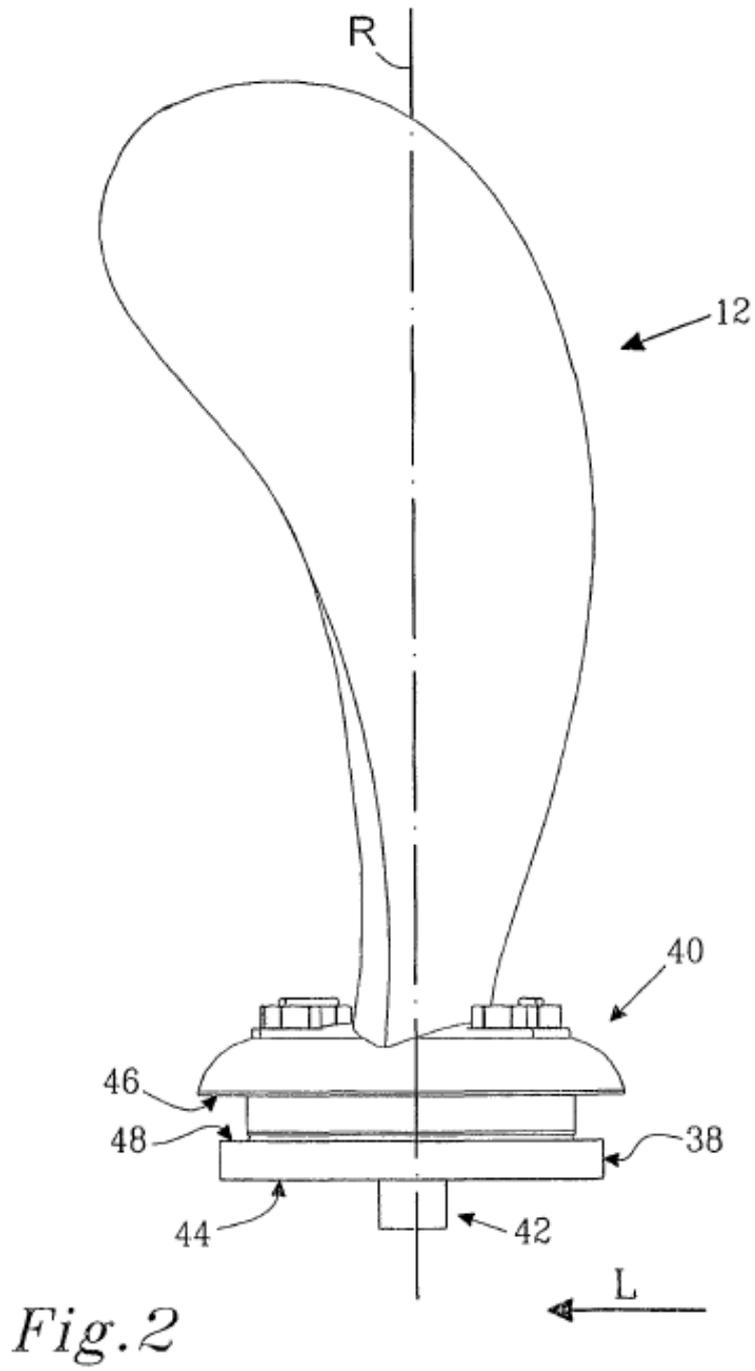
- 20 Se debería observar que la presente invención no está limitada a las realizaciones descritas anteriormente e ilustradas en los dibujos. Por el contrario, una persona con experiencia en la técnica se dará cuenta de que se pueden hacer muchos cambios y modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.
- 25

REIVINDICACIONES

1. Una hélice (10) que comprende un núcleo (14) con un diámetro (\varnothing_B) del núcleo y al menos una pala (12) de la hélice, comprendiendo además dicha hélice (10) un elemento (34) de ajuste, adaptado para ser desplazado a lo largo de una primera dimensión (L), y un sistema (64) de transformación que conecta dicho elemento (34) de ajuste con dicha pala (12) de la hélice de tal manera que un desplazamiento, en dicha primera dimensión (L), de dicho elemento (34) de ajuste produce un cambio en el paso de la citada pala (12) de la hélice, comprendiendo dicho sistema (64) de transformación una ranura (54) que comprende una porción (56) de la ranura con un centro (C_S) de la ranura que se extiende en una dirección (ED_S) de extensión de la ranura, siendo dicha dirección curva con un radio (R_C) de curvatura, comprendiendo además dicho sistema (64) de transformación un elemento (62) de control engranado con el deslizamiento permitido con al menos dicha porción (56) de la ranura, caracterizada porque dicho radio (R_C) de curvatura está dentro del rango de 0,2 a 0,7 veces el citado diámetro (\varnothing_B) del núcleo y porque dicho elemento de ajuste comprende una cabeza (34) del vástago del pistón, donde dicha ranura (54) se proporciona sobre dicha cabeza (34) del vástago del pistón y la citada cabeza (34) del vástago del pistón comprende un primer elemento (50) de la cabeza del vástago del pistón y un segundo elemento (52) de la cabeza del vástago del pistón, comprendiendo cada uno de dichos elementos primero (50) y segundo (52) de la cabeza del vástago del pistón una porción de la citada ranura (54) y haciendo contacto entre sí dichos elementos primero y segundo de la cabeza del vástago del pistón en un plano (A_P) de contacto que se extiende de forma substancialmente perpendicular a dicha primera dimensión (L).
2. La hélice (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el citado radio (R_C) de curvatura está dentro del rango de 0,4 a 0,6 veces, preferiblemente dentro del rango de 0,45 a 0,55 veces, el citado diámetro (\varnothing_B) del núcleo.
3. La hélice (10) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la cual dicha hélice (10) comprende un servo (20) situado dentro del citado núcleo (14), comprendiendo dicho servo (20) un pistón (22) que se puede desplazar a lo largo de la citada primera dimensión (L), estando dicho pistón (22) rígidamente conectado al citado elemento (34) de ajuste.
4. La hélice (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual el citado elemento (62) de control comprende un bloque (58) y un pivote (42), comprendiendo dicho bloque (58) una abertura (60) del bloque y estando dicho bloque (58) engranado con el deslizamiento permitido con la citada ranura (54), engranando dicho pivote (42) con dicha abertura (60) del bloque.
5. La hélice (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual dicha ranura (54) está asociada con dicho elemento (34) de ajuste y al menos una porción de dicho elemento (62) de control está conectado rígidamente a dicha pala (12) de la hélice.
6. La hélice (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en la cual el citado elemento (34) de ajuste comprende un vástago (24) del pistón y una cabeza (34) del vástago del pistón, estando dicho vástago (24) del pistón unido fijamente al citado pistón (22) y estando dicha cabeza (34) del vástago del pistón unida fijamente a dicho vástago (24) del pistón, donde la citada ranura (54) se proporciona sobre dicha cabeza (34) del vástago del pistón.
7. La hélice (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual el citado elemento (34) de ajuste comprende una zona (66) de engrane substancialmente rectangular que comprende bordes primero (68), segundo (70), tercero (72) y cuarto (74), estando dichos bordes primero (68) y tercero (72) situados en lados opuestos de dicha zona (66) de engrane y extendiéndose substancialmente paralelos a la citada dimensión longitudinal (L), estando dichos bordes segundo (70) y cuarto (74) situados en lados opuestos de dicha zona (66) de engrane y extendiéndose substancialmente transversales a la citada dimensión longitudinal (L), extendiéndose la citada ranura dentro de dicha zona (66) de engrane desde dicho primer borde (68) hasta dicho segundo borde (70).
8. La hélice (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en la cual la citada ranura (54) se extiende en una dirección (ED_S) de extensión de la ranura desde el citado primer borde (68), teniendo dicha ranura (54) una anchura (S_W) que se extiende en perpendicular a dicha dirección (ED_S) de extensión de la ranura, comprendiendo dicha ranura (54) una primera porción (76) de la ranura y una segunda porción (78) de la ranura donde dicha segunda porción (78) de la ranura está situada aguas abajo de dicha primera porción (76) de la ranura en dicha dirección (ED_S) de extensión de la ranura, teniendo dicha primera porción (76) de la ranura una primera anchura (S_{W1}) de la ranura y teniendo dicha segunda porción (78) de la ranura una segunda anchura (S_{W2}) de la ranura tal que dicha segunda porción (78) de la ranura está adaptada para albergar al menos un componente de dicho elemento (62) de control.
9. La hélice (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual el citado núcleo (14) comprende una cavidad (36) en la cual está situada al menos una porción del citado elemento (34) de ajuste, comprendiendo además dicha hélice (10) un conducto (37) de entrada y un conducto (39) de salida, estando ambos conductos en comunicación fluida con la citada cavidad (36), estando el conducto (37) de entrada y el conducto (39) de salida conectados entre sí fuera del núcleo (14) para hacer circular un fluido lubricante a través de dicha cavidad (36).

10. La hélice (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual la citada hélice (10) comprende una pluralidad de palas (12) de la hélice, estando cada una de dicha pluralidad de palas de la hélice provista de un correspondiente sistema (64) de transformación.
- 5 11. Una embarcación, caracterizada porque dicha embarcación comprende una hélice (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
12. Un método para montar una hélice (10) que comprende un núcleo (14) con un diámetro (\varnothing_B) del núcleo y al menos una pala (12) de la hélice que comprende una raíz (38) de la pala la cual a su vez comprende un pivote (42), comprendiendo además dicha hélice (10) un elemento (34) de ajuste, adaptado para ser desplazado a lo largo de una primera dimensión (L), y un sistema (64) de transformación que conecta dicho elemento (34) de ajuste a dicha pala (12) de la hélice de tal manera que, después del montaje, un desplazamiento en dicha primera dimensión (L) de dicho elemento (34) de ajuste produce un cambio en el paso de dicha pala (12) de la hélice, comprendiendo dicho elemento (34) de ajuste una cabeza del vástago del pistón la cual a su vez comprende un primer elemento (50) de la cabeza del vástago del pistón y un segundo elemento (52) de la cabeza del vástago del pistón, comprendiendo dicho primer elemento (50) de la cabeza del vástago del pistón una segunda porción (78) de la ranura, comprendiendo dicho núcleo (14) una cavidad (36) en la cual está situada al menos una porción de dicho elemento (34) de ajuste, comprendiendo el citado sistema (64) de transformación una ranura (54) que comprende una primera porción (76) de la ranura con un centro (C_S) de la ranura que se extiende en una dirección (ED_S) de extensión de la ranura siendo dicha dirección curva con un radio (R_C) de curvatura dentro del rango de 0,2 a 0,7 veces el citado diámetro (\varnothing_B) del núcleo, comprendiendo además dichos sistema (64) de transformación un elemento (62) de control engranado con el deslizamiento permitido con al menos dicha primera porción (76) de la ranura, comprendiendo dicho elemento (62) de control el citado pivote (42) caracterizado porque dicho método comprende las fases de
- 10 15 20
- introducir dicho primer elemento (50) de la cabeza del vástago del pistón en el interior de dicha cavidad (36);
 - introducir el citado pivote (42) en el interior de dicha cavidad (36);
 - hacer girar la citada raíz (38) de la pala de tal manera que dicho pivote (42) sea conducido a través de la citada segunda porción (78) de la ranura y de al menos una porción de la citada primera porción (76) de la ranura;
 - introducir el citado segundo elemento (52) de la cabeza del vástago del pistón en el interior de la citada cavidad (36);
 - unir entre sí dicho primer elemento (50) de la cabeza del vástago del pistón y dicho segundo elemento (52) de la cabeza del vástago del pistón para formar de ese modo dicha primera porción (76) de la ranura curva de tal manera que dicho pivote (42) quede situado entre los citados elementos primer (50) y segundo (52) del vástago del pistón dentro de dicha primera porción (76) de la ranura curva.
- 25 30
13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, en el cual el citado elemento (62) de control comprende además un bloque (58) adaptado para ser conectado al citado pivote (42), donde el método comprende además las fases de:
- alejar la citada primera cabeza (50, 52) del vástago del pistón de dicho pivote (42);
 - conectar dicho bloque (58) a dicho pivote (42), y
 - mover dicha cabeza del vástago del pistón de tal manera que dicho elemento (62) de control quede contiguo a dicho primer elemento (50) de la cabeza del vástago del pistón.
- 35 40
14. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 ó 13, en el cual el citado primer elemento (50) de la cabeza del vástago del pistón y el citado segundo elemento (52) de la cabeza del vástago del pistón están unidos entre sí por medio de un sistema de unión atornillada.





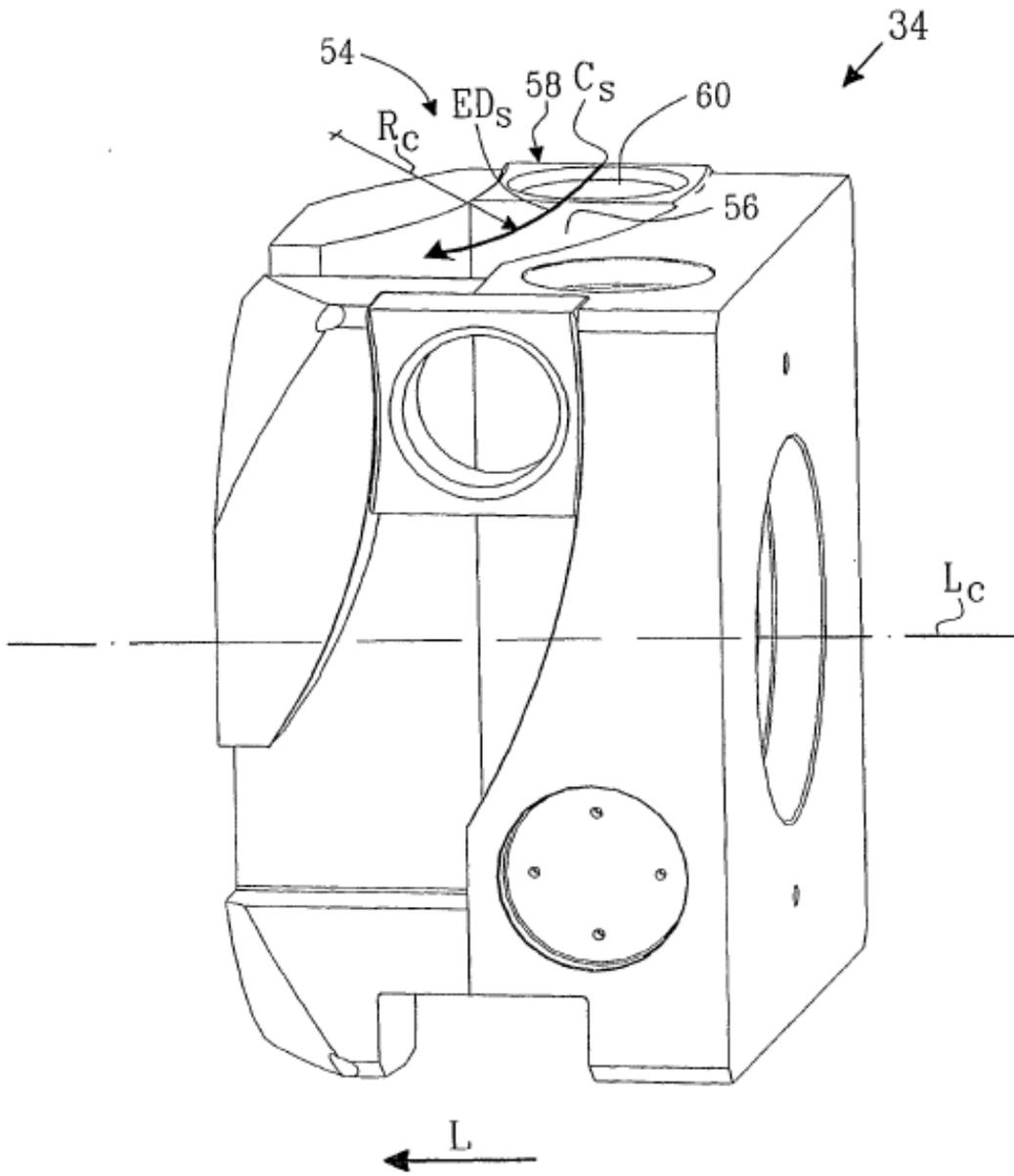


Fig.3

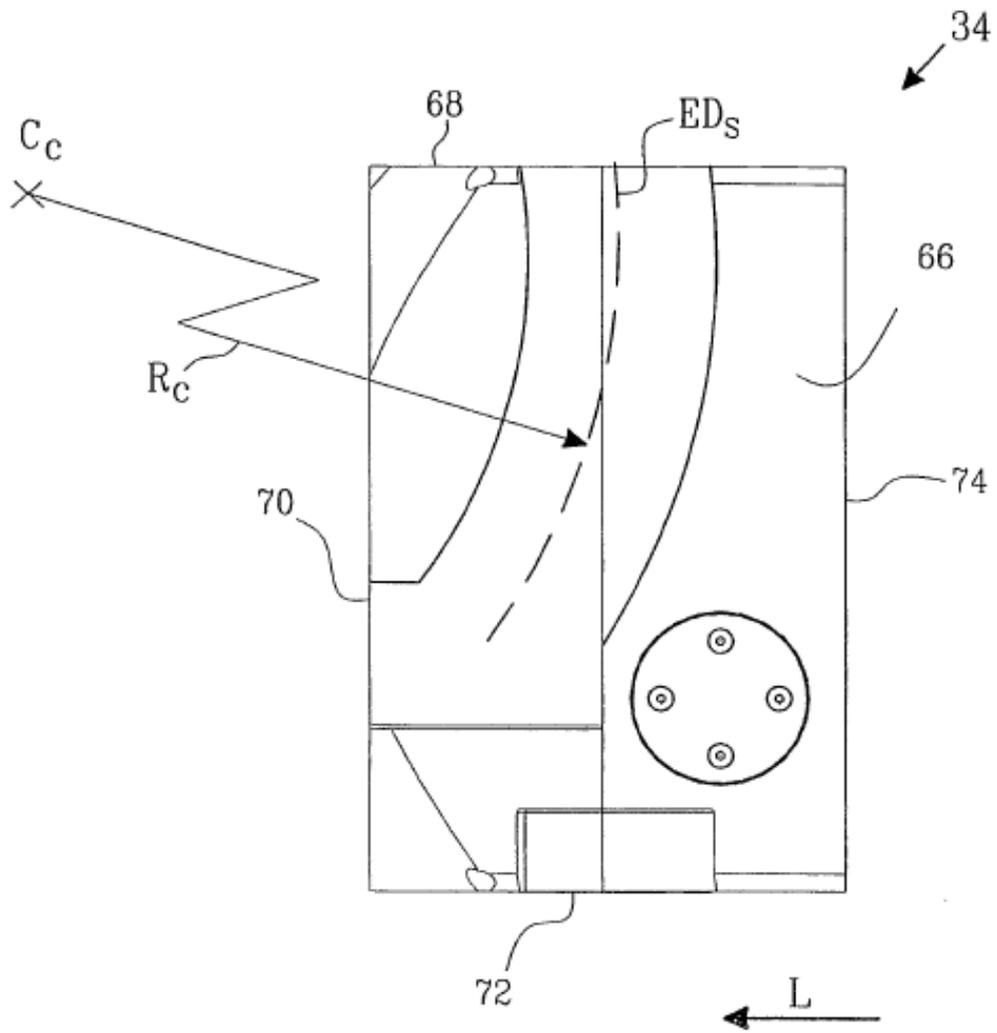


Fig. 4

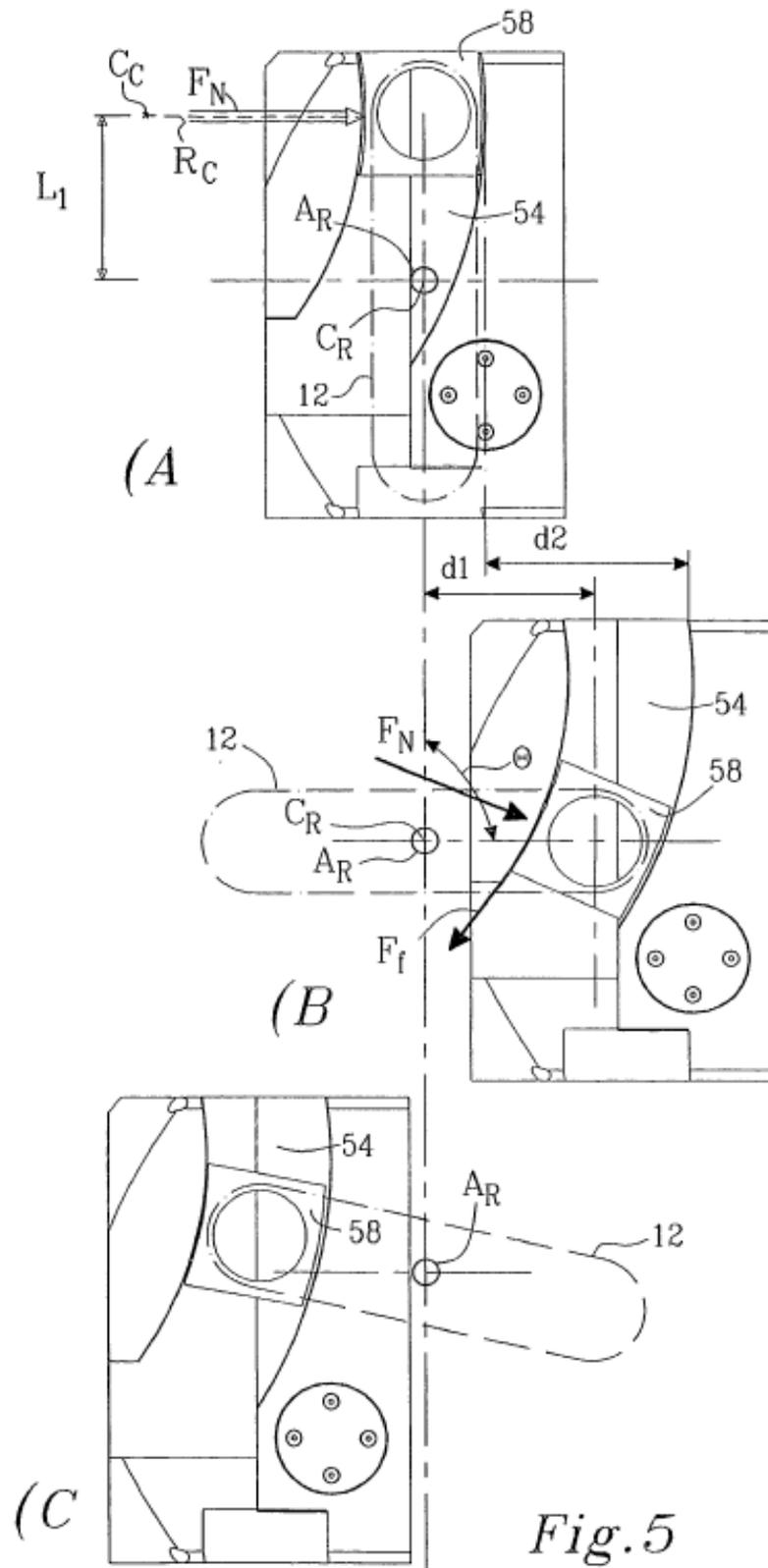


Fig. 5

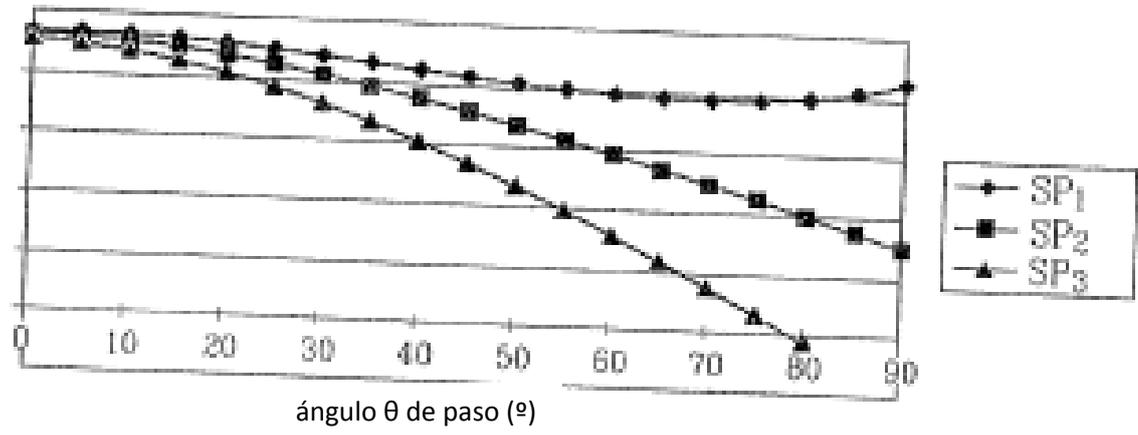


Fig.6

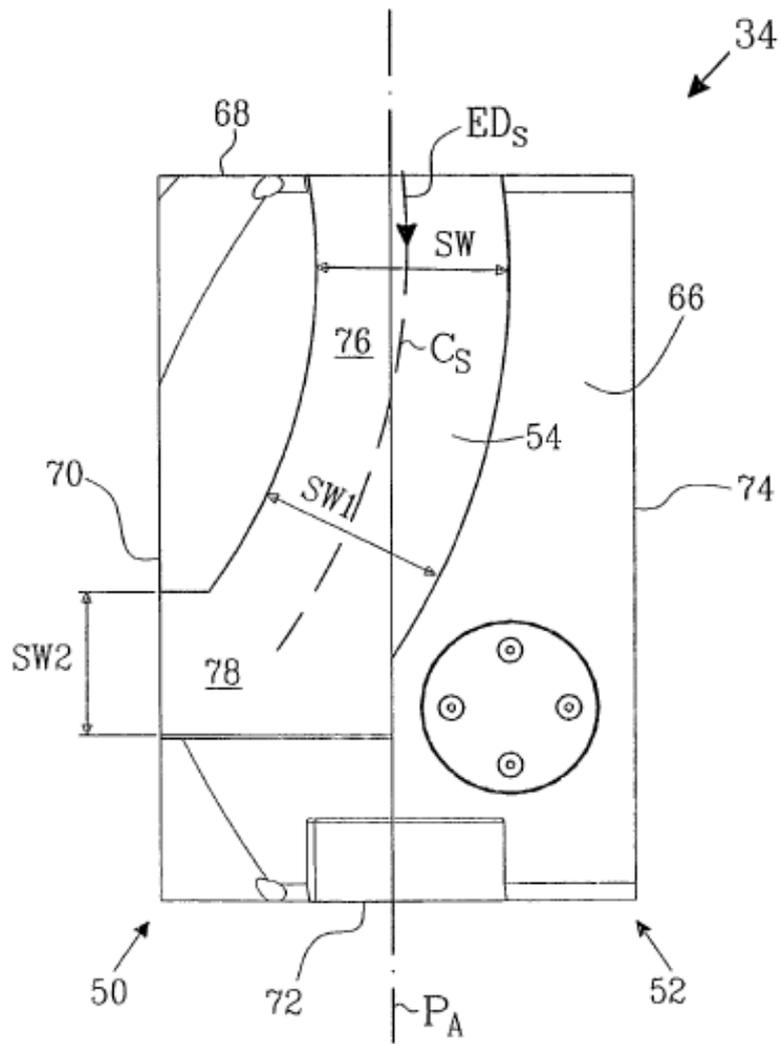


Fig. 7

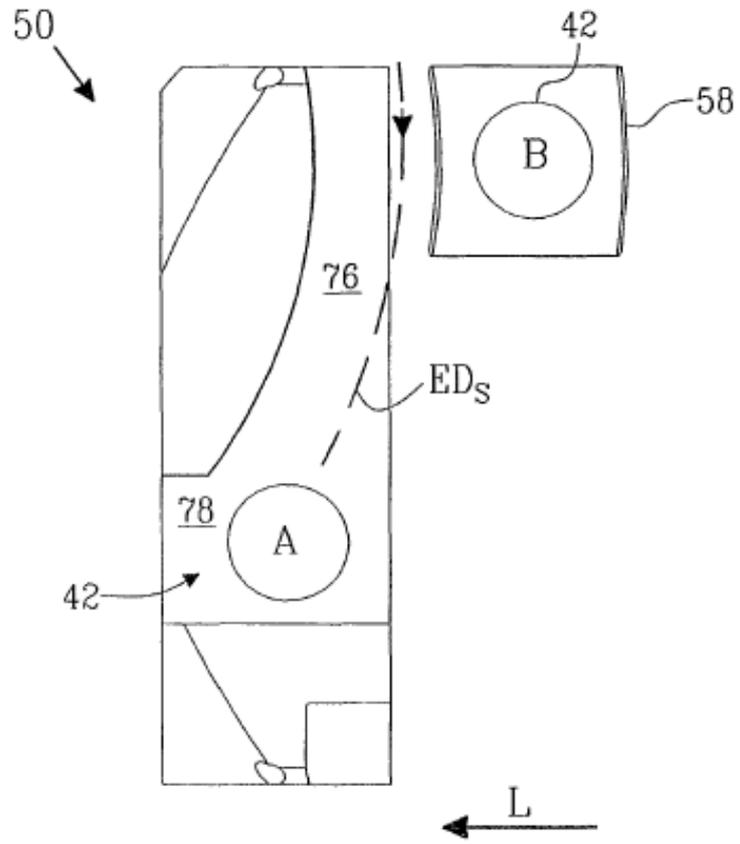


Fig.8

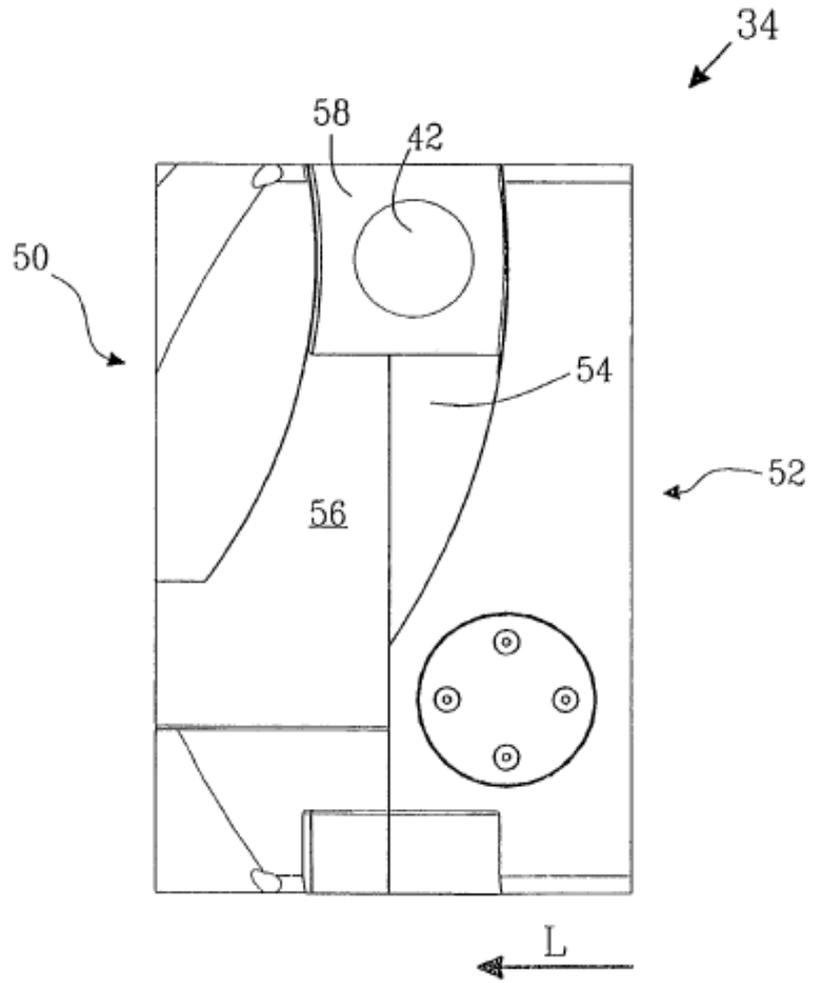


Fig. 9