

**SISTEMA DE HÉLICE QUE ES ADECUADO PARA LA INTERACCIÓN CINÉTICA
CON UN FLUIDO QUE FLUYE EN UNA DIRECCIÓN A TRAVÉS DE UN CANAL, Y
UN CANAL PARA UN FLUJO DE FLUIDO UNIDIRECCIONAL PROPORCIONADO
CON UN SISTEMA DE HÉLICE DE ESTE TIPO**

La presente invención se refiere a un sistema de hélice que es adecuado para la interacción cinética con un fluido que fluye en una dirección a través de un canal. La invención se refiere además a un canal para un flujo de fluido unidireccional que se proporciona con un sistema de hélice de este tipo.

El sistema de hélice de acuerdo con la invención es adecuado para transferir energía cinética desde el sistema de hélice a un flujo de fluido unidireccional en el canal, en donde el sistema de hélice ejerce un empuje sobre el flujo de fluido mediante el cual se acelera el flujo de fluido. Tal aplicación es útil para medios de transporte acuáticos, por ejemplo, como una hélice para barcos.

Además, el sistema de hélice es adecuado para la transferencia de energía cinética de una manera inversa, en donde la energía cinética de un flujo de fluido que se conduce a través del canal hace que el sistema de hélice se mueva, de manera que la energía cinética del flujo de fluido se cosecha por el sistema de hélice y puede usarse subsecuentemente, tal como para la conversión en energía electromagnética, hidráulica, neumática o mecánica. Tal aplicación es, por ejemplo, útil en sistemas de turbinas para la creación de energía electromagnética.

La descripción más abajo se centra principalmente en la primera aplicación para ejercer un empuje sobre el flujo de fluido. Sin embargo, se señala que las mismas ventajas se aplican viceversa a la aplicación inversa de la energía cinética de cosecha del flujo de fluido por el sistema de hélice.

Los sistemas de hélice son bien conocidos por su uso en la propulsión de barcos, y generalmente se basan en un diseño de una hélice de barco que tiene varias palas de hélice que se giran a través del agua. Aunque una energía de propulsión alta es alcanzable mediante tal hélice de barco, el movimiento puramente rotacional de las palas conduce a algunas pérdidas de energía que reducen la eficacia y, por lo tanto, la eficiencia de la interacción cinética de la hélice de barco con el agua.

En vista de la técnica anterior, la invención se dirige a proporcionar un diseño fundamentalmente diferente de un sistema de hélice que interactúa cinéticamente con un flujo de fluido, que tiene una eficacia atractiva y, por lo tanto, una eficiencia atractiva de la interacción cinética en comparación con los sistemas de hélice de la técnica anterior.

Para lograr el objetivo anterior, un primer aspecto de la invención se refiere a la provisión de:

un sistema de hélice que es adecuado para la interacción cinética con un fluido que fluye en una sola dirección a través de un canal,

en donde el sistema de hélice comprende un cuerpo de soporte que se configura para integrarse dentro del canal en una posición fija, y un sistema de interacción cinética que se proporciona en el cuerpo de soporte de manera que el sistema de interacción cinética se extiende en un área interior del canal cuando el cuerpo de soporte se integra en la posición fija,

en donde el sistema de interacción cinética incluye:

(i) al menos un par de palas giratorias, preferentemente al menos dos pares de palas giratorias, en donde cada par de palas giratorias se proporciona de tal manera que:

- cada pala giratoria tiene una forma plana que comprende dos superficies operativas opuestas que están diseñadas para la interacción cinética con un flujo de fluido;
- cada pala giratoria comprende un eje de pala respectivo sobre el cual la pala giratoria es giratoria, y un engranaje de pala respectivo que se acopla de manera motriz al eje de pala;
- las dos palas giratorias se montan de manera giratoria por medio de sus ejes de pala respectivos en un lado de una rueda común y a una distancia entre sí, en donde la rueda común comprende un eje de rueda sobre el cual la rueda común es giratoria, y en donde los dos ejes de pala se montan en la rueda común en dos posiciones respectivas que son excéntricas con respecto al eje de la rueda,
- la rueda común se conecta de manera giratoria al cuerpo de soporte en virtud del eje de la rueda, y se conecta de manera motriz a un engranaje de rueda;
- la rotación de la rueda común acciona las dos transmisiones de palas para girar los dos ejes de palas simultáneamente;
- la configuración del sistema de interacción cinética es de manera que los dos ejes de la pala y el eje de la rueda tienen una dirección similar o paralela entre sí;
- durante el funcionamiento del sistema de hélice, la rotación de la rueda común en combinación con la rotación simultánea de cada pala giratoria sobre su eje de pala da como resultado que cada pala giratoria realice una rotación combinada, en donde cada pala giratoria sigue una trayectoria cíclica por revolución de la rueda común, mientras que las dos palas giratorias no entran en contacto entre sí durante sus rotaciones simultáneas, o

(ii) una única pala giratoria, que se proporciona de tal manera que:

- la pala giratoria tiene una forma plana que comprende dos superficies operativas opuestas que están diseñadas para la interacción cinética con un flujo de fluido;

- la pala giratoria comprende un eje de pala respectivo sobre el cual la pala giratoria es giratoria, y un engranaje de pala respectivo que se acopla de manera motriz al eje de la pala;
- la pala giratoria se monta de manera giratoria por medio de su eje de pala en un lado de una rueda común, en donde la rueda común comprende un eje de rueda sobre el cual la rueda común es giratoria, y en donde el eje de pala se monta en la rueda común en una posición que es excéntrica al eje de rueda,
- la rueda común se conecta de manera giratoria al cuerpo de soporte en virtud del eje de la rueda, y se conecta de manera motriz a un engranaje de rueda;
- la rotación de la rueda común acciona el engranaje de la pala para girar el eje de la pala;
- la configuración del sistema de interacción cinética es de manera que el eje de la pala y el eje de la rueda tienen una dirección similar o paralela entre sí;
- durante el funcionamiento del sistema de hélice, la rotación de la rueda común en combinación con la rotación simultánea de la pala giratoria sobre su eje de pala da como resultado que la pala giratoria realice una rotación combinada, en donde la pala giratoria sigue una trayectoria cíclica por revolución de la rueda común.

Tal sistema de hélice con un sistema de interacción cinética de acuerdo con la opción (i) o (ii), permite que la pala giratoria ejerza una fuerza de empuje sobre el flujo de fluido unidireccional durante una fase de empuje de su trayectoria cíclica, en donde las superficies operativas de la pala asumen una orientación activa cuando se mueven en una dirección que sigue al flujo de fluido unidireccional, mientras que durante una fase complementaria de la trayectoria cíclica las superficies operativas de la pala asumen una orientación inactiva cuando se mueven en una dirección contra el flujo de fluido unidireccional. Por lo tanto, el sistema de hélice es muy eficaz para transferir su energía cinética a un flujo de fluido en un canal.

Adicionalmente, cuando el sistema de hélice incluye un sistema cinético de acuerdo con la opción (ii), el par de palas giratorias por rueda común permite ejercer una potencia de empuje sucesiva sobre el flujo de fluido por las dos palas de manera alterna durante una revolución de la rueda común, lo que da como resultado una potencia de empuje relativamente constante del sistema de hélice por revolución de la rueda común, lo que contribuye además a la eficiencia del sistema de hélice.

Se prefiere en el sistema de hélice de acuerdo con la invención, que la trayectoria cíclica que sigue la pala giratoria se conforme a la forma de una curva cardiode, en particular en vista de la trayectoria cíclica de una parte lateral del extremo de la pala giratoria.

Tal trayectoria cíclica se encontró altamente adecuada para mejorar la eficiencia y eficacia del sistema de hélice, especialmente en vista de mejorar la interacción cinética con un flujo de fluido.

Se señala para mayor claridad que, como resultado de la rotación combinatoria de la pala giratoria, todas las partes de la pala giratoria que no coinciden con el eje de la pala seguirán una trayectoria cíclica que tiene la forma de una curva cardioide. Este aspecto de la trayectoria cíclica es más destacado cuando se sigue las partes finales laterales de la pala giratoria. La trayectoria cíclica de las partes de extremo lateral delimita además el área en donde la pala giratoria se moverá durante la operación.

Además, se prefiere en el sistema de hélice de acuerdo con la invención que la trayectoria cíclica de las dos palas giratorias dentro de un par sea similar o idéntica.

Esto asegura que la interacción cinética del flujo de fluido con las dos palas giratorias dentro de un par sea similar o idéntica durante el funcionamiento, lo que contribuye a la eficacia del sistema de hélice.

En una modalidad preferida del sistema de hélice de acuerdo con la invención, la relación de engranaje de cada hélice giratoria tiene una relación de engranaje de $1/2$, de manera que una revolución de la rueda común da como resultado media rotación de la hélice giratoria sobre su eje de hélice.

Tal relación de engranaje logra que la orientación de la pala giratoria gire 180 grados en una siguiente revolución de la rueda común, lo que es ventajoso para la eficacia del sistema de hélice. Las superficies operativas opuestas están diseñadas para la interacción cinética con el flujo de fluido y, por lo tanto, tienen un diseño similar. Por lo tanto, la orientación efectiva de la pala giratoria se repite durante cada revolución, aunque un lado diferente (es decir, la superficie operativa de la pala) esté orientado hacia el flujo de fluido. Como tal, la pala giratoria asume la misma orientación después de una revolución completa sucesiva de la rueda común.

En una siguiente modalidad preferida del sistema de hélice de acuerdo con la invención, los ejes de las palas de dos palas giratorias dentro de cada par de palas giratorias se montan en la rueda común en posiciones opuestas con respecto al eje de la rueda, preferentemente en posiciones diametralmente opuestas.

Tal posicionamiento de las palas giratorias por sus respectivos ejes de palas da como resultado una secuencia de palas giratorias sucesivas que realizan sus interacciones cinéticas a intervalos de tiempo iguales, logrando así una potencia de empuje más constante por revolución de la rueda común.

Se prefiere además en el sistema de hélice de acuerdo con la invención, que, durante el funcionamiento del sistema de hélice, las dos palas giratorias dentro de un par ejecuten sus respectivas rotaciones combinatorias simultáneamente y con una

diferencia de fase, preferentemente una diferencia de fase entre 160 y 200 grados, con la máxima preferencia de 180 grados.

Por la diferencia de fase entre las dos rotaciones combinatorias, las orientaciones de las palas giratorias son complementarias entre sí y ocurren sucesivamente a intervalos de tiempo iguales.

También se prefiere en el sistema de hélice de acuerdo con la invención, que, durante una revolución de la rueda común, la pala giratoria asuma una orientación inactiva (arrastre) para una interacción cinética mínima durante la primera mitad de la revolución de la rueda común, y la pala giratoria asuma una orientación activa (empuje) para una interacción cinética máxima durante una segunda mitad de la revolución de la rueda común.

Durante la primera mitad de la revolución, la orientación en reposo de la pala giratoria se asume mediante una orientación sustancialmente paralela de las superficies operativas de la pala giratoria con respecto al flujo de fluido unidireccional. Durante la segunda mitad de la revolución, la orientación activa de la pala giratoria se asume mediante una orientación sustancialmente perpendicular de las superficies operativas de la pala giratoria con respecto al flujo de fluido unidireccional.

Tal configuración es especialmente efectiva, cuando el sistema de hélice se fija dentro del canal de tal manera, que la primera mitad de la revolución implica el eje de la hélice del hélice giratorio que se mueve contra la dirección del flujo de fluido, mientras que la segunda mitad de la revolución implica el eje de la hélice del hélice giratorio que se mueve con la dirección del flujo de fluido.

En una modalidad preferida adicional del sistema de hélice de acuerdo con la invención, la velocidad de rotación de la pala giratoria, durante una revolución completa de la rueda común, aumenta gradualmente de una velocidad de rotación mínima a una velocidad de rotación máxima y subsecuentemente disminuye gradualmente de la velocidad de rotación máxima a la velocidad de rotación mínima, en donde preferentemente la relación de velocidad de rotación máxima frente a velocidad de rotación mínima es de aproximadamente 2 : 1.

En el sistema de hélice de acuerdo con la invención, se prefiere particularmente que la velocidad de rotación máxima se logre durante la primera mitad de la revolución completa de la rueda común en donde se supone la orientación en vacío de la pala giratoria, y la velocidad de rotación mínima se logre durante la segunda mitad de la revolución completa de la rueda común en donde se supone la orientación activa de la pala giratoria.

En el sistema de hélice, la interacción cinética máxima se logra en la orientación activa de la pala (es decir, sustancialmente perpendicular al flujo de fluido unidireccional). Cuando esta orientación se asume en una fase de rotación en donde simultáneamente

se observa una velocidad de rotación más baja, se logra un período efectivamente más largo para la interacción cinética con el flujo de fluido. En consecuencia, se mejora la eficacia de la interacción cinética del sistema de hélice.

Durante esta fase de empuje, la pala se mueve por una traslación en una dirección axial que está alineada con el flujo de fluido unidireccional, mientras que el movimiento rotacional de las palas se mantiene al mínimo cuando se ejerce la fuerza de empuje.

Especialmente preferido en el sistema de hélice de acuerdo con la invención, es que el engranaje de las palas para cada pala giratoria incluye un engranaje elíptico u ovalado que coopera con un engranaje circular, en donde preferentemente el engranaje circular es un engranaje circular que gira excéntricamente.

Tal engranaje de palas logra una velocidad de rotación de la pala giratoria que oscila gradualmente entre una velocidad de rotación máxima y mínima.

Alternativamente, la oscilación gradual entre una velocidad de rotación máxima y mínima puede lograrse de una manera diferente, tal como mediante el uso de un motor eléctrico de pasos controlado por microprocesador que se programa para ejecutar tal velocidad de rotación oscilante.

Se prefiere especialmente en el sistema de hélice de acuerdo con la invención, que la transmisión de palas para cada pala giratoria se monte en la rueda común respectiva, en donde la transmisión de palas se coloca de manera que incluye un engranaje de conexión que se acopla con un engranaje no giratorio fijado al cuerpo de soporte en una posición concéntrica con el eje de la rueda.

Esta combinación de engranajes interactuantes es muy adecuada para realizar la rotación combinatoria de la pala giratoria, mientras que se acciona mediante la rotación de la rueda común.

Además, se prefiere en el sistema de hélice de acuerdo con la invención, que cada pala giratoria tenga una altura y un ancho, en donde el eje de la pala se extiende paralelo a la dirección de la altura de la pala giratoria, y preferentemente la altura de la pala giratoria es mayor que el ancho de la pala giratoria.

Tal dimensionamiento de la pala giratoria es muy adecuado para ejecutar las rotaciones combinatorias específicas mientras se logra una interacción cinética efectiva y eficiente con un flujo de fluido.

Es particularmente atractivo cuando la altura y el ancho de la pala giratoria son sustancialmente constantes en toda la pala giratoria. Alternativamente, el ancho de la pala giratoria puede estrecharse gradualmente hacia su altura media en comparación con el ancho en los extremos superior e inferior de la pala giratoria.

Preferentemente, en el sistema de hélice de acuerdo con la invención, las superficies operativas opuestas de cada pala giratoria son similares o idénticas, y tienen una forma sustancialmente de superficies planas que están preferentemente provistas de

secciones de extremo lateral curvadas cuando se ven en sección transversal perpendicular a la dirección de altura de la pala giratoria.

En un sistema de hélice particularmente preferido de acuerdo con la invención, el sistema de interacción cinética comprende un primer par de palas giratorias y un segundo par de palas giratorias,

en donde el primer par de palas giratorias se conecta de manera giratoria a una primera rueda común, y el segundo par de palas giratorias se conecta de manera giratoria a una segunda rueda común,

en donde la primera rueda común y la segunda rueda común están conectadas de manera giratoria al cuerpo de soporte de manera que la primera rueda común y la segunda rueda común se disponen adyacentes entre sí en una configuración coplanar, y están conectadas de manera motriz a un primer y segundo engranaje de rueda respectivos, en donde preferentemente la primera rueda común y la segunda rueda común giran en direcciones opuestas entre sí durante el funcionamiento.

Una rotación en direcciones opuestas puede lograrse convenientemente al proporcionar a cada una de las dos circunferencias de la primera rueda común y la segunda rueda común un engranaje dentado que se acopla directamente entre sí.

Esta configuración dual preferida de dos pares de palas giratorias ofrece la posibilidad de una interacción cinética mejorada con el flujo de fluido unidireccional porque tanto el primer como el segundo par de palas giratorias contribuyen de manera sinérgica al ejercer sustancialmente su potencia de empuje combinada sobre la parte principal del flujo de fluido (es decir, la parte central del flujo de fluido).

La interacción cinética mejorada descrita anteriormente de la configuración doble con dos pares de palas giratorias es particularmente efectiva, cuando durante una revolución de cada rueda común, la pala giratoria asume una orientación inactiva (inactiva o arrastre) para una interacción cinética mínima durante la primera mitad de la revolución de la rueda común, y la pala giratoria asume una orientación activa (empuje) para una interacción cinética máxima durante una segunda mitad de la revolución de la rueda común, de tal manera que las palas giratorias de ambos pares asumen una orientación activa a una distancia relativamente corta entre sí y asumen una orientación inactiva a una distancia relativamente grande entre sí.

En el sistema de hélice de acuerdo con la invención, se prefiere además que el primer par de palas giratorias y el segundo par de palas giratorias giren en direcciones opuestas y en simetría especular entre sí, y que la fase de rotación de las palas giratorias de la primera rueda común y la fase de rotación de las palas giratorias de la segunda rueda común sean diferentes entre sí por una diferencia de fase de 60 a 120 grados, preferentemente de 80 a 100 grados, con mayor preferencia de 90 grados.

Como tal, las cuatro orientaciones activas sucesivas de las palas giratorias de los dos pares solo se separan entre sí por una diferencia de fase aún menor que la alcanzable dentro de un par. Esto contribuye además a lograr una potencia de propulsión más constante del sistema de hélice.

Es particularmente interesante cuando, en el sistema de hélice de acuerdo con la invención, la trayectoria cíclica de las palas giratorias del primer par se solapa parcialmente con la trayectoria cíclica de las palas giratorias del segundo par, en particular en vista de la trayectoria cíclica de la parte de extremo lateral de cada pala giratoria.

Esto contribuye además a lograr una potencia de empuje sinérgico lograda mediante la combinación de los dos pares de palas giratorias.

Cuando el sistema de hélice de acuerdo con la invención comprende un sistema de interacción cinética de acuerdo con la opción (ii), se prefiere especialmente que el sistema de hélice comprenda un primer sistema de interacción cinética de acuerdo con la opción (ii), y un segundo sistema de interacción cinética de acuerdo con la opción (ii), en donde la primera interacción cinética comprende una única pala giratoria que se conecta de manera giratoria a una primera rueda común, y la segunda interacción cinética comprende una única pala giratoria que se conecta de manera giratoria a una segunda rueda común,

en donde la primera rueda común y la segunda rueda común están conectadas de manera giratoria al cuerpo de soporte de manera que la primera rueda común y la segunda rueda común se disponen adyacentes entre sí en una configuración coplanar, y están conectadas de manera motriz a un primer y segundo engranaje de rueda respectivos, en donde preferentemente la primera rueda común y la segunda rueda común giran en direcciones opuestas entre sí durante el funcionamiento.

En el contexto de la modalidad preferida anterior del sistema de hélice que comprende un sistema de interacción cinética de acuerdo con la opción (ii), se prefiere particularmente que la única pala giratoria del primer sistema de interacción cinética y la única pala giratoria del segundo sistema de interacción cinética giren en direcciones opuestas y en simetría especular entre sí, y la fase de rotación de la primera rueda común y la segunda rueda común son diferentes entre sí por una diferencia de fase, preferentemente una diferencia de fase entre 160 y 200 grados, con la máxima preferencia de 180 grados.

Además, en el contexto de la modalidad preferida anterior del sistema de hélice que comprende un sistema de interacción cinética de acuerdo con la opción (ii), se prefiere que la trayectoria cíclica de la única pala giratoria del primer sistema de interacción cinética se superponga con la trayectoria cíclica de la única pala giratoria del segundo

sistema de interacción cinética, en particular en vista de la trayectoria cíclica de la parte lateral final de cada pala giratoria.

En un segundo aspecto, la invención se refiere a:

un canal para conducir un flujo de fluido unidireccional, que comprende paredes laterales y un lado de entrada y un lado de salida para conducir unidireccionalmente un flujo de fluido desde el lado de entrada al lado de salida, cuyo canal se proporciona con un sistema de hélice de acuerdo con el primer aspecto de la invención,

en donde el cuerpo de soporte del sistema de hélice se integra de manera fija dentro del canal, y el sistema de interacción cinética del sistema de hélice incluye al menos una rueda común que se proporciona de tal manera que:

- durante una revolución de cada rueda común, la pala giratoria asume una orientación inactiva (inactiva o arrastre) para una interacción cinética mínima durante la primera mitad de la revolución de la rueda común, y la pala giratoria asume una orientación activa (empuje) para una interacción cinética máxima durante una segunda mitad de la revolución de la rueda común;
- cada rueda común gira contra el flujo unidireccional de fluido en el canal durante su primera mitad de revolución, y la rueda común gira con el flujo unidireccional de fluido en el canal durante su segunda mitad de revolución,

en donde la primera mitad de la revolución se realiza a una pequeña distancia de una pared lateral más cercana del canal, mientras que la segunda mitad de la revolución se realiza a una gran distancia de la pared lateral más cercana del canal.

En tal canal, la interacción cinética con el flujo de fluido unidireccional ocurre en su mayor parte en la segunda mitad de la revolución, y es hidrodinámicamente ventajoso tener esta segunda mitad alejada de la pared lateral más cercana. Por el contrario, también es hidrodinámicamente atractivo cuando la primera mitad durante la cual se asume una orientación en reposo, se realiza cerca de la pared lateral más cercana del canal.

Las ventajas anteriores de la distancia al son aún más destacadas, cuando el sistema de hélice tiene una configuración doble con dos ruedas comunes adyacentes como se analizó anteriormente.

En una modalidad particularmente preferida del canal de acuerdo con la invención, el sistema de hélice se integra de manera fija en una sección longitudinal del canal a través de la cual se conduce el flujo de fluido, cuya sección longitudinal tiene un ancho entre paredes laterales opuestas del canal cuyo ancho no es más del 20 % mayor, preferentemente no más del 10 % mayor, que el ancho necesario para permitir que las palas giratorias ejecuten sus trayectorias cíclicas respectivas durante el funcionamiento sin contactar con las paredes laterales opuestas.

Tal dimensionamiento del canal asegura la interacción cinética más efectiva y, por lo tanto, eficiente, del sistema de hélice con el flujo de fluido unidireccional que se conduce a través del canal.

En cuanto al sistema de hélice que es adecuado para diferentes propósitos, se han observado algunas disposiciones específicas que fueron muy efectivas en la práctica.

Cuando el sistema de hélice se aplica para ejercer un empuje sobre un flujo de fluido tal como en un motor para la propulsión de un barco, una orientación vertical del sistema de hélice dentro del barco resultó particularmente eficaz. En este contexto, la orientación vertical del sistema de hélice se logra cuando el eje de la pala de cada pala giratoria se orienta en una dirección paralela o similar al eje vertical del barco en el que el sistema de hélice se monta de manera fija.

Además, se descubrió que cuando el sistema de hélice se aplica para cosechar energía cinética de un flujo de fluido, es atractivo cuando el sistema de hélice se monta de manera fija de manera que se orienta horizontalmente al entorno. La orientación horizontal se logra cuando el eje de la pala de cada pala giratoria se orienta en una dirección paralela o similar al plano horizontal del entorno.

La invención se elucidará además mediante las figuras adjuntas, que muestran modalidades preferidas de la invención, en donde:

La Figura 1 muestra un sistema de hélice de acuerdo con la invención en una configuración doble;

La Figura 2 muestra una única pala giratoria;

La Figura 3 muestra una parte en sección transversal de un canal proporcionado con un sistema de hélice de acuerdo con la Figura 1;

La Figura 4 muestra una vista superior de una parte en sección transversal del sistema de propulsión representado en la Figura 3;

La Figura 5 muestra una vista inferior de una rueda común del sistema de hélice representado en la Figura 4;

La Figura 6 muestra una vista superior de un par de palas giratorias de acuerdo con la Figura 4, durante las fases posteriores de rotación de la rueda común;

La Figura 7 muestra la potencia de empuje resultante que se ejerce sobre un flujo de fluido unidireccional por el sistema de hélice de acuerdo con la Figura 1, durante el funcionamiento del sistema de hélice durante un período de tiempo.

La Figura 1 muestra un sistema de hélice 1 en una configuración doble, que comprende un cuerpo de soporte inferior 3a y un cuerpo de soporte superior 3b, que son estructuras planas configuradas para integrarse dentro de un canal en una posición fija. Un sistema de interacción cinética 5 está en el lado superior conectado al cuerpo de soporte superior 3b mediante dos ejes de rueda superiores 7 y 7' sobre los que giran dos ruedas comunes superiores respectivas (no visibles). En el cuerpo de soporte inferior 3a, y de una manera simétrica en espejo al cuerpo de soporte superior 3b, el sistema de interacción cinética 5 se conecta a las respectivas ruedas comunes inferiores 9 y 9' que son giratorias sobre los respectivos ejes de ruedas inferiores (no visibles; posicionados en línea con los ejes de ruedas superiores 7 y 7').

En cada rueda común 9 y 9', un par de palas giratorias 11 y 11' (solo una es visible) se monta de manera giratoria por medio de sus respectivos ejes de pala 12 y 12'. El par de palas giratorias 11 conectadas a una rueda común 9 es una modalidad de un sistema de interacción cinética que está de acuerdo con la opción (i) como se definió anteriormente para la invención.

En el caso de que en la modalidad de la Figura 1, la rueda común 9 se proporcionaría con solo una única pala rotatoria 11 (en lugar de dos palas como se representa), tal modalidad cumpliría con tener un sistema de interacción cinética de conformidad con la opción (ii) como se definió anteriormente para la invención.

La Figura 2 muestra una pala rotatoria individual 11 separada del sistema de hélice mostrado en la Figura 1. La pala giratoria 11 tiene una altura constante H y un ancho

constante W, y se proporciona en el lado superior e inferior con un eje de pala 12 para conectarse de manera giratoria a las ruedas comunes 9 mostradas en la figura 1.

La pala giratoria 11 tiene dos superficies operativas opuestas 14 y 14' para la interacción cinética con un flujo de fluido, cuyas superficies 14 y 14' son similares o idénticas, y tienen una forma sustancialmente de superficies planas que se proporcionan con secciones de extremo lateral curvadas 16 y 16' cuando se ven en sección transversal perpendicular a la dirección de altura H de la pala giratoria 11.

La Figura 3 muestra una parte de sección transversal longitudinal de un canal 30 para conducir un flujo de fluido unidireccional, que comprende paredes laterales 32 y un lado de entrada 33 y un lado de salida 34 para conducir unidireccionalmente un flujo de fluido F desde el lado de entrada al lado de salida, cuyo canal tiene una sección longitudinal 35 que se proporciona con una parte de sección transversal igualmente del sistema de hélice 1 mostrado en la figura 1, que se conecta de manera fija al canal 1 mediante el cuerpo de soporte 3a.

La Figura 4 muestra una vista superior de una parte en sección transversal de un sistema de hélice como se representa en la Figura 3, en donde las ruedas comunes inferiores 9' y 9 y el cuerpo de soporte inferior 3a se muestran como se representa en la Figura 1. Las características adicionales correspondientes ya indicadas anteriormente con respecto a las Figuras 1-3, se indican mediante los mismos números de referencia en la Figura 4. La sección longitudinal 35 del canal comprende dos paredes laterales opuestas 40 y 40'.

La Figura 5 muestra una vista inferior de una rueda común 9 del sistema de hélice representado en la Figura 4, de la cual la circunferencia completa se proporciona con un engranaje dentado 58 para acoplarse con un engranaje de rueda adecuado (no representado) que acciona la rotación de la rueda común 9.

El centro de la rueda 9 se proporciona con un eje de rueda 7, que se conecta de manera giratoria al cuerpo de soporte 3a (solo se representa un fragmento del cuerpo de soporte). Fijado al cuerpo de soporte 3a hay un engranaje no giratorio 60 (parcialmente visible; parcialmente indicado por líneas de puntos) que está en posición concéntrica con el eje de rueda 7.

El engranaje no giratorio 60 se coloca de manera que se acopla entre dos engranajes de palas 62 que se componen de engranajes respectivos 54, 52 y 50 que se montan en la rueda 9 y que se colocan en posiciones diametralmente opuestas entre sí. El engranaje no giratorio 60 se acopla directamente con el engranaje 54 del engranaje de la pala 62 que es un engranaje circular que gira sobre su eje de engranaje concéntrico 56 que se conecta de manera giratoria a la rueda 9. El engranaje 54 se proporciona además con un engranaje circular excéntrico 52 que se fija al engranaje 54 en una posición excéntrica al eje del engranaje 56. El engranaje excéntrico 52 se acopla con

un engranaje elíptico u ovalado 50 que tiene un punto central que se proporciona con el eje de la pala 12 sobre el que se conecta la pala giratoria (como se representa en la Figura 4).

En la configuración mostrada, una rotación de la rueda 9 pondrá en movimiento el engranaje 54 mientras gira alrededor del engranaje no giratorio 60. En consecuencia, el engranaje 54 acciona los engranajes 52 y 50 de manera que se hace girar el eje de la pala 12. Dentro del engranaje de la pala 62 compuesto por los engranajes 54, 52 y 50, el engranaje 54 funciona, así como un engranaje de conexión que se conecta con el engranaje no giratorio 60 para transmitir el movimiento giratorio de la rueda 9 sobre el eje de la pala 12.

La Figura 6 muestra una secuencia de siete diagramas, cada uno de los cuales muestra una vista superior de un par de palas giratorias 11A y 11B correspondientes al par de palas giratorias 11 mostrado en la Figura 4, durante las fases posteriores de rotación de la rueda común 9 cuando el sistema de hélice está en funcionamiento. En cada diagrama sucesivo mostrado, la fase de rotación de la rueda común 9 gira en dirección antihoraria en 30 grados sobre su eje central (no mostrado, pero conforme a la figura 4). La rotación de la rueda común es impulsada por un engranaje de rueda (no visible), y la fase posterior de rotación de la rueda común se indica mediante un número de tres dígitos (es decir, 000 hasta 180).

En virtud de la rotación de la rueda común 9 sobre su eje central, los dos engranajes de palas respectivos de las palas 11A y 11B se accionan, a través de los respectivos engranajes circulares 52A y 52B acoplados con los respectivos engranajes ovalados 50A y 50B, de manera que los ejes de palas 12A y 12B giran y, en consecuencia, las palas giratorias 11A y 11B giran. Las circunferencias del engranaje ovalado y el engranaje circular se proporcionan con engranajes dentados, de manera que la relación de engranaje de circular a ovalado es igual a 1 : 2.

En aras de la visibilidad de los diagramas de la figura 6, solo se muestran las partes más relevantes 50 y 52 del engranaje de la pala de cada pala giratoria, aunque los engranajes de la pala comprenden además partes adicionales conforme a la figura 5.

A partir del diagrama superior izquierdo (000 grados) la orientación de la pala giratoria 11B es perpendicular al flujo de fluido unidireccional F indicado, mientras que la orientación de la pala giratoria 11A se alinea con el flujo de fluido unidireccional F indicado. La orientación de la lámina 11A es en la presente descripción una orientación inactiva, lo que significa que se logra una interacción cinética mínima con el flujo de fluido F. Simultáneamente, la orientación de la pala 11B es en la presente descripción una orientación activa, lo que significa que se logra un máximo de interacción cinética con el flujo de fluido F.

Durante las fases subsecuentes (030 hasta 150 grados), la orientación y posición de las palas 11A y 11B avanza, de manera que a 180 grados (diagrama inferior derecho) la orientación de ambas palas se ha conmutado exactamente de manera que la pala 11A está en una orientación activa, y la pala 11B está en una orientación inactiva. Como ambas palas son idénticas y cada pala tiene lados idénticos, y cada pala tiene engranajes de palas idénticos, las fases subsecuentes de la rotación de rueda común de 180 hasta 360 grados son idénticas a las fases mostradas de 000 hasta 180 grados, excepto que las palas 11A y 11B deben indicarse de forma inversa.

Se señala que, a partir de 090 grados de rotación de la rueda común, el eje de la pala 12A de la pala 11A se moverá con el flujo unidireccional de fluido en el canal, que se prolonga durante media revolución de la rueda común, es decir, hasta 270 grados de rotación (correspondiente a la posición representada para la pala 11B a 090 grados). Esta trayectoria de 090 a 270 grados de rotación corresponde a una segunda mitad de revolución en donde se supone la orientación activa (a 180 grados). La trayectoria complementaria de 270 hasta 090 grados corresponde a la primera mitad de la revolución en donde se supone la orientación en reposo (a 000 grados). La misma secuencia se aplica a la lámina 11B, sin embargo, con una diferencia de fase de 180 grados.

La Figura 7 muestra la potencia de empuje resultante que se ejerce sobre un flujo de fluido unidireccional por el sistema de hélice de acuerdo con la Figura 1, durante un período de tiempo de operación en donde se realizan rotaciones sucesivas de las ruedas comunes 9 y 9'.

En el eje x se indican los grados de rotación de las ruedas comunes 9 y 9', y en el eje y se indica la cantidad de empuje para las ruedas comunes separadas durante las rotaciones sucesivas mediante las respectivas curvas 69 y 69'. El empuje total que se suministra por el sistema de hélice indicado como $[69+69']$. A partir de esta figura se puede derivar directamente que el sistema de hélice logra una potencia de empuje prácticamente constante durante su funcionamiento a una velocidad de rotación constante de las ruedas comunes, lo que da como resultado una eficacia y efectividad excelentes del sistema de hélice de acuerdo con la invención.